



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Předtransfuzní vyšetření a aplikace transfuzních přípravků
ve FN Motol**

**Pretransfusion testing and application of blood transfusion
in UH Motol**

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Zdravotní laborant

Vedoucí práce: Mgr. Martin Matějček

Yvona Pešlová

Zadání bakalářské práce

Student: **Yvona Pešlová**
Obor: Zdravotní laborant
Téma: **Předtransfuzní vyšetření a aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol**
Téma anglicky: Pretransfusion testing and application of blood transfusion in UH Motol

Zásady pro vypracování:

Transfuze krve je považována za nejstarší typ tkáňové transplantace. Má velmi bohatou historii s mnoha významnými milníky. Cílem transfuziologie je zajistit co nejbezpečnější hemoterapii, zejména s ohledem na riziko přenosu infekčního agens transfuzí a imunologickou kompatibilitu transfuze. Fakultní nemocnice v Motole je jako největší zdravotnické zařízení ve střední Evropě na čelním místě v počtu podaných transfuzních přípravků dospělým i dětským pacientům. Cílem této práce je popsat systém aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol, posoudit příčinnou souvislost výskytu potransfuzních reakcí s podáním transfuzních přípravků a v neposlední řadě též systém prevence a řešení neshod a nežádoucích událostí souvisejících s účelnou hemoterapií. Druhotným cílem je také diskuse na téma sestupného trendu v podávání klinické plazmy.

Seznam odborné literatury:

- [1] WHO, Klinické použití krve, Praha: Grada, 2001, 232 s., ISBN 80-247-0268-1
- [2] 143/2008 Sb., Vyhláška o lidské krvi: o stanovení bližších požadavků pro zajištění jakosti a bezpečnosti lidské krve a jejích složek, 2008
- [3] Guide to the Preparation, Use and Quality Assurance of Blood Components., ed. Recommendation No. R (95) 15, EU: Council of Europe Publishing, 2015, 266 s., ISBN 9287156670, 9789287156679

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Mgr. Martin Matějček

.....
vedoucí katedry / pracoviště

V Kladně dne 31.10.2016

.....
děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Předtransfuzní vyšetření a aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 18.05.2017

.....
Yvona Pešlová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především svému vedoucímu práce Mgr. Martinu Matějčkovi za odborný dohled a ochotu vést moji práci. Děkuji za trpělivost a za cenné rady, které mi v průběhu zpracování práce daroval.

Rovněž bych ráda poděkovala celému Oddělení krevní banky ve FN Motol za umožnění realizace praktické části bakalářské práce a vytvoření příjemného prostředí.

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je předtransfuzní vyšetření a aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol. Zprvu uvedu základní pojmy, jako jsou antigeny, protilátky a objasním systém krevních skupin, konkrétně AB0 a Rh systém.

Cílem mé bakalářské práce je popsat systém aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol a posoudit příčinnou souvislost výskytu potransfuzních reakcí. K transfuzi krve neodmyslitelně patří předtransfuzní vyšetření. Jedná se o soubor imunohematologických vyšetření, které jsou nezbytnou součástí před podáním transfuzních přípravků. Dále se budu zabývat odběry dárců krve a jejich složek, uvedu typy transfuzních přípravků, jejich skladování a v neposlední řadě objasním systémem prevence a řešením neshod v preanalytické fázi souvisejících s bezpečím pro pacienta a bezpečnou hemoterapií.

Koagulopatie je krvácivý stav způsobený nedostatkem nebo poruchou koagulačních faktorů nebo také přítomností jejich inhibitorů. U pacientů s touto nemocí se často předepisuje podání čerstvé mražené plazmy. Druhotným cílem mé práce je diskuze na téma sestupného trendu v podávání klinické plazmy.

Výsledkem mé bakalářské práce je statistika podání transfuzních přípravků dospělým i dětským pacientům ve FN Motol, související potransfuzní reakce a přehled laboratorních metod za období od 1. září 2015 do 31. prosince 2016.

Klíčová slova

Předtransfuzní vyšetření; transfuze; transfuzní přípravek; potransfuzní reakce; krevní plazma.

Abstract

The subject of this bachelor thesis is pre-transfusion examination and the application of transfusion products at the Motol University Hospital. First, I will introduce basic concepts, such as antigens, antibodies, and explain the blood group system, namely the AB0 and Rh system.

The aim of my bachelor thesis is to describe the system for the application of transfusion products in the Motol University Hospital and to assess the causal connection for the occurrence of post-transfusion reactions. Blood transfusions inherently include pre-transfusion examinations. This is a set of immunohematological examinations, an essential part of transfusion preparations. Blood donor donations and their components will be further dealt with, introducing types of transfusion products, their storage and, last but not least, an explanation for the system regarding the prevention and solution of discrepancies related to purposeful hemotherapy.

Coagulopathy is bleeding caused by a deficiency or disorder of coagulation factors or the presence of their inhibitors. Fresh frozen plasma is often prescribed for patients with this disease. The second aim of my work is to discuss the downward trend in clinical plasma.

The result of my bachelor work is the statistics of transfusion preparations for adult and pediatric patients in the Motol University Hospital, related transfusion reactions and an overview of laboratory methods for the period from 1 September 2015 to 31 December 2016.

Keywords

Pre-transfusion examination; transfusion; transfusion preparation; post-transfusion reactions; blood plasma.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Současný stav.....	12
2.1	Antigeny.....	12
2.2	Protilátky.....	13
2.3	Krevně skupinový systém AB0	14
2.4	Krevně skupinový systém Rhesus (Rh)	15
2.5	Odběry krve.....	16
2.6	Transfuzní přípravky	17
2.6.1	Erytrocytární koncentráty	18
2.6.2	Plazma ke klinickému použití.....	19
2.6.3	Trombocytární koncentráty	19
2.6.4	Skladování TP	21
2.7	Předtransfuzní vyšetření	21
2.7.1	Určení krevní skupiny AB0 a RhD antigenu	22
2.7.2	Screening antierytrocytárních protilátek.....	23
2.7.3	Test kompatibility.....	24
2.7.4	Imunohematologické aglutinační metody	25
2.8	Výběr vhodného transfuzního přípravku	29
2.8.1	AB0 systém.....	29
2.8.2	Rh systém.....	30
2.9	Žádanka na imunohematologické vyšetření krve.....	31
2.10	Transfuze krve	32
2.11	Hlavní indikace transfuzních přípravků	32

2.11.1	Plná krev	32
2.11.2	Erytrocyty	33
2.11.3	Trombocyty	33
2.11.4	Čerstvě mražená plazma.....	33
2.12	Aplikace transfuzních přípravků	35
2.13	Potransfuzní reakce	36
2.13.1	Hemolytické potransfuzní reakce.....	36
2.13.2	Febrilní nehemolytické potransfuzní reakce.....	37
2.13.3	Alergické potransfuzní reakce.....	37
2.13.4	Anafylaktické potransfuzní reakce	37
2.13.5	Reakce TRALI.....	38
2.13.6	Reakce TA-GvHD	38
2.13.7	Potransfuzní purpura	38
2.13.8	Oběhové přetížení TACO.....	38
2.13.9	Hypotenze.....	38
2.14	Opatření při podezření na potransfuzní reakci	39
2.15	Řešení neshod a nežádoucích událostí.....	39
3	Cíl práce	41
4	Metodika.....	42
4.1	Předtransfuzní vyšetření	42
4.1.1	Krevní skupina AB0 a RhD.....	43
4.1.2	Screening antierytrocytárních protilátek.....	44
4.1.3	Vyšetření kompatibility transfuzního přípravku obsahujícího erytrocyty	45
4.1.4	Přímý antiglobulinový test	46

4.1.5	Vydávání výsledků	47
4.1.6	Automatický imunohematologický analyzátor ERYTRA.....	47
4.2	Aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol	48
4.3	Potransfuzní reakce	49
4.4	Řešení neshod v preanalytické fázi.....	50
5	Výsledky	51
5.1	Přehled laboratorních metod	51
5.2	Aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol	53
5.3	Potransfuzní reakce ve FN Motol.....	59
5.4	Neshody v preanalytické fázi na OKB FN Motol.....	68
6	Diskuze	70
7	Závěr	74
8	Seznam použitých zkratk.....	75
9	Seznam použité literatury	77
10	Seznam použitých obrázků	80
11	Seznamu použitých tabulek	82
12	Seznam Příloh	84

1 ÚVOD

Transfuziologie je klinicko-laboratorní obor. Cílem transfuziologie je zajistit co nejbezpečnější hemoterapii, a to i s ohledem na riziko přenosu infekčního agens prostřednictvím krve a krevních produktů, které využíváme k léčbě pacientů, kteří trpí jejich ztrátou. Hemoterapie má dlouhou a poutavou historii. Jedná se o nejstarší typ tkáňové transplantace. První historicky doložený pokus o krevní transfuzi pochází z roku 1492, avšak první povedený krevní převod provedl v Oxfordu anglický fyziolog Richard Lower mezi dvěma psy, roku 1665.

V 19. století se již začínaly tvořit první předpoklady pro rozvoj transfuze. Lidé si byli vědomi, že k úspěšné transfuzi musí použít pouze krev lidskou. Ale i přes to se dále vyskytovaly komplikace spojené s aglutinací erytrocytů u smísení krve některých lidí. Tedy velká překážka pro úspěšnou hemoterapii byla hemolýza krve. Hemolýza je rozpad erytrocytů z důvodu porušení cytoplazmatické membrány erytrocytu. Tento jev popsal v roce 1874 Leonard Landois.

K velkému rozvoji transfuzí došlo až během 20. století s objevem krevních skupin. V roce 1900 Karl Landsteiner dokázal, že sérum může různě aglutinovat nebo hemolyzovat erytrocyty. Roku 1901 určil tři rozdílné krevní skupiny A, B a C (dnes pojmenované A, B a 0), o rok později Sturli a DeCastello objevili čtvrtou krevní skupinu AB. Roku 1914 Hustin, Agote a Lewisohn nezávisle na sobě objevili protisrážlivý účinek citrátu sodného. Následně roku 1916 Rous a Turner objevili možnost skladování krve v roztoku citrátu sodného a glukózy za použití chladu.

V roce 1940 Karl Landsteiner a Alexander Wiener objevili nový antigen na erytrocytech u primáta druhu Makak Rhesus. Tento antigen se objevil u 85 % lidí a byl pojmenován Rhesus (Rh) antigen.

V roce 1945 Coombs, Mourant a Race popisují použití antiglobulinu k identifikaci protilátek (později známého jako Coombsův test). Roku 1947 byla vytvořena Americká asociace bank krve, která podporovala krevní bankovníctví a krev, která byla darována veřejnosti. V roce 1950 Carl Walter a W.P. Murphy představili jeden z nejvlivnějších technických vývojů v oblasti krevního bankovníctví - plastový sáček pro odběr krve. Výměna rozbitných skleněných lahví s odolnými plastovými sáčky umožnila vývoj systému sběru, který poskytl bezpečnou a snadnou přípravu více krevních složek z jedné jednotky celé krve. Rok 1960 byl významným z důvodu prvního amerického žurnálu, který byl zcela věnovaný vědě o krevním bankovníctví a transfuzní technologii. Ve stejném roce uvádí A. Solomon a J. Fahey první terapeutický plazmaferézní postup - postup, který odděluje plnou krev od plazmy a erytrocytů. Osmdesátá léta byla spojena s růstem terapie koagulačních poruch krevními složkami a s podáním plazmy pro léčbu autoimunitních poruch. První krevní screeningový test k detekci HIV byl v roce 1985 licencován a rychle prováděn krevními bankami k ochraně krve.

V současné době je známo více než 300 antigenů erytrocytů a 36 krevně skupinových systémů.

Fakultní nemocnice v Motole je jako největší zdravotnické zařízení ve střední Evropě na čelním místě v počtu podaných transfuzních přípravků (TP) dospělým i dětským pacientům. Cílem bezpečné transfuze je dosažení maximálního léčebného účinku při co nejmenším ohrožení příjemce vedlejšími účinky. Výběr vhodného TP zajišťuje předtransfuzní vyšetření, které je nezbytnou součástí před podáním transfuze. Jedná se o soubor metod zahrnující vyšetření krevní skupiny AB0 a RhD pacienta, screening nepravidelných protilátek proti erytrocytům a test kompatibility. S každou transfuzí úzce souvisí i riziko potransfuzní reakce, které jsou definovány jako všechny neočekávané nežádoucí účinky.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Antigeny

Pojem antigen je jedním z nejdůležitějších pojmů v imunologii, hematologii, i v transfuziologii. Antigen je molekula, která je rozpoznána imunitním systémem a zahajuje tvorbu specifických protilátek nebo specifickou odpověď imunitního systému. Jedná se o jak nízkomolekulární látky, např. hapteny, tak o makromolekulární látky rozpustné nebo přítomné na povrchu buňky, které se váží na vysokomolekulární nosič. Epitop je malá oblast antigenu, který imunitní systém rozpozná a naváže na něj specifickou protilátku. (1)

Erytrocytární antigeny jsou zabudovány do membrány erytrocytů. Zastávají v lidském organismu důležitou funkci z hlediska identifikace krevních skupin. Mají na svém povrchu zabudované glykosylující membránové proteiny a lipidy AB0 systému, H, I, Lewis a P. Obsahují důležité proteiny, jako například Rh, Kell nebo Kidd, které se podílejí na transportu v buňce a řízení komplementu. (2) Z chemického hlediska jsou antigeny krevních skupin proteiny, glykoproteiny, glykolipidy nebo lipoproteiny, kdy cukerná složka nebo bílkovina je nositelem antigenní specifity. Vyskytují se na všech krevních buňkách a erytrocytech. Jejich klinický význam v lidském těle je závislý na přítomnosti protilátek. Z hlediska namíření protilátek na antigeny rozlišujeme autoprottilátky a aloprottilátky.

Leukocytární antigeny jsou specifické pro leukocyty. Jedná se o HLA antigeny, granulocytární antigeny a monocytární antigeny. MHC systém (major histocompatibility complex) je genetický systém, který je nezbytnou součástí při imunitní odpovědi organismu. U každého člověka se vyskytují jedinečné molekuly HLA systému I. a II. třídy. V lidském organismu se vyskytují po transfuzi erytrocytů nebo trombocytů, transplantaci nebo po těhotenství anti – HLA prottilátky. (1)

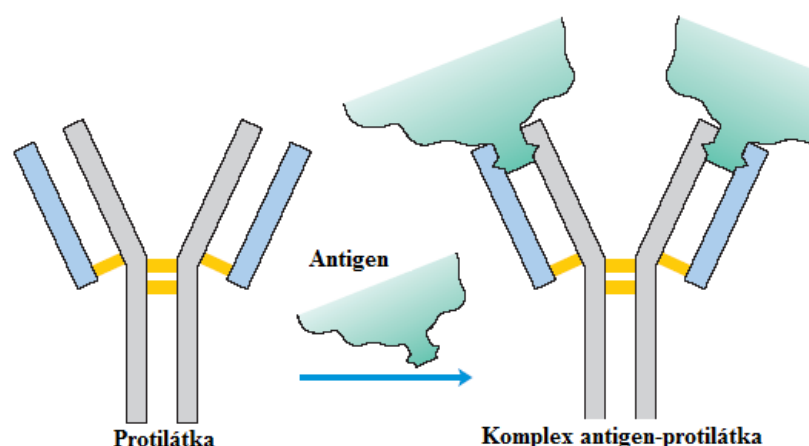
HLA systém (human leukocyte antigens) neboli lidský MHC systém

Jedná se o hlavní histokompatibilní systém člověka. MHC glykoproteiny I. třídy jsou přítomny na všech jaderných buňkách v organismu. Jsou rozděleny na tři základní lokusy: HLA-A, HLA-B a HLA-C. MHC glykoproteiny II. třídy se nacházejí na buňkách prezentujících antigen a podílejí se na regulaci imunitní odpovědi. Vyskytují se v podobě HLA-DR, HLA-DQ a HLA-DP. (3)

Trombocytární antigeny, vyskytující se na membráně trombocytů, se řadí do třech skupin. Jsou to antigeny společné s erytrocyty, např. AB0 systém nebo antigeny Lewis, dále antigeny HLA systému I. třídy a specifické trombocytární antigeny, u nichž je nejvýznamnější HPA-1 systém. (4)

2.2 Protilátky

Protilátky neboli imunoglobuliny dokáží spolu s receptory T lymfocytů (TCR) rozeznat antigen. Jedná se o rozpustnou formu antigenně specifických receptorů B lymfocytů. Interakce antigenu s protilátkou je obdobnou formou zámku a klíče. Na specifický antigenní epitop se naváže protilátka na základě komplementarity. Imunoglobulin je tvořený glykoproteiny a skládá se ze dvou těžkých a dvou lehkých řetězců. Rozlišujeme 5 typů protilátek: IgG, IgM, IgA, IgD a IgE. (2)



Obrázek 1 – Interakce antigen-protilátka; upraveno podle (5)

2.3 Krevně skupinový systém AB0

V roce 1900 Karl Landsteiner objasnil krevně skupinový AB0 neboli ABH systém. Antigeny AB0 jsou v transfuziologii nejvýznamnějším systémem krevních skupin. V séru zdravých lidí se vyskytují protilátky proti chybějícím antigenům na erytrocytech. V systému AB0 jsou dva antigeny A a B, které obsahují kodominantní alely A a B. Každý jedinec dědí jednu alelu od matky a jednu od otce, má tedy dvě alely ze soustavy alel A, B, 0. Vytváří se šest kombinací, alela 0 je recesivní k alelám A a B, tím pádem u jedinců vzniká 6 fenotypů a 4 genotypy, tedy 4 krevní skupiny: A, B, AB a 0. (6)




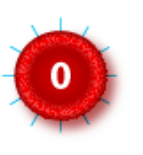






Antigeny A a B jsou přítomny jak na membráně erytrocytů, tak v rozpustné formě v plazmě a sekretech. Jsou tvořeny z řetězců jednoduchých cukrů – oligosacharidů. Vznikají z prekurzoru – H antigenu. H antigen je vytvořen z prekurzorové substance, má antigenní vlastnost a pro krevní skupinu 0 je imunodominantní.

Protilátky anti-A a anti-B se vytvářejí po antigenní stimulaci od 3. do 6. měsíce života. Jedná se o přirozené protilátky v našem organismu. Řadí se mezi imunoglobuliny a jsou stimulovány střevními bakteriemi. Přítomnost protilátky anti-A v séru je dána nepřítomností krevní skupiny A na erytrocytech daného jedince. Protilátka anti-B v séru jedince je přítomna, nemá-li daný jedinec přítomnou krevní skupinu B. (2) (6) (7)

Klinická významnost:

Přítomnost IgM anti-A/ anti-B je dána nepřítomností odpovídajícího antigenu. Titr a avidita IgM anti-A/ anti-B protilátek mají vysoké hodnoty a jsou vysoce aktivní při 4° C, pokojové teplotě i při 37 °C.

IgM a IgG anti-A/ anti-B protilátky váží komplement, IgM protilátky způsobují intravaskulární hemolýzu. Hemolytické potransfuzní reakce bývají způsobeny anti-A/ anti-B protilátkami. (2) (6)

	SKUPINA A	SKUPINA B	SKUPINA AB	SKUPINA 0
Erytrocyty				
Protilátky	 Anti-B	 Anti-A	žádné	 Anti-A Anti-B
Antigeny	 A antigen	 B antigen	 A a B antigeny	žádné

Obrázek 2 – AB0 systém (8)

2.4 Krevně skupinový systém Rhesus (Rh)

Druhý nejvýznamnější systém krevních skupin je Rh systém. První zmínka pochází z roku 1939, kdy Landsteiner objevil protilátku proti paternálnímu antigenu plodu v séru u matky. Dále se prokázaly protilátky v králičím séru namířené proti erytrocytům primáta Makaka Rhesus, které reagovaly s opičím a taktéž s lidským antigenem. Rh systém čítá více než padesát antigenů, avšak mezi nejvýznamnější patří antigeny D, C, c, E, e, Cw. D antigen je nejdůležitější v Rh systému. Rozdělení na Rhesus (RhD) pozitivní a Rhesus (RhD) negativní je dáno přítomností nebo nepřítomností D antigenu na erytrocytech. Odlišujeme tedy RhD pozitivní - s vyjádřeným D antigenem a negativní – s nepřítomným D antigenem, obsahující pouze proteiny RhCcEe, proti kterým se tvoří anti-D protilátky po kontaktu s D+ erytrocyty. Geny *RHD* a *RHC* kódují Rh antigeny za účelem vyjádření antigenu D a antigenu C, c, E, e.

V tomto případě se proti Rh antigenům netvoří přirozené protilátky, nýbrž jsou vytvořené imunitním systémem po transfuzi nebo v těhotenství při inkompatibilitě mezi matkou a plodem. Rh protilátky jsou obvykle ze třídy IgG a jsou zpravidla aktivní při 37 °C. Jedná se o protilátky klinicky významné, jsou zodpovědné za hemolýzu krve v případě neshody dárce a příjemce v Rh antigenech nebo mohou vést k hemolytickému onemocnění plodu a novorozence při jeho inkompatibilitě v Rh antigenech s matkou. (2) (7) (9)

2.5 Odběry krve

Odběry plné krve

Plnou krev od jednoho dárce je možné odebírat v minimálním intervalu 8 týdnů. Během jednoho roku může žena darovat plnou krev nanejvýš 4krát a muž 5krát. Jednotka plné krve obsahuje 450 ml \pm 10 % plné krve s antikoagulačním roztokem. Pacient sám sobě před plánovanou operací může darovat krev, jedná se tedy o autologní odběr. V tomto případě se odebírá na 1 kg tělesné hmotnosti maximálně 10,5 ml krve a maximálně 13 % objemu krve dárce. (10)

Odběry jednotlivých složek krve

Odběry jednotlivých složek krve jsou prováděny pomocí separačních přístrojů založené na centrifugaci nebo membránové filtraci krve. Potřebné separované složky krve jsou následně dále využívány a zbylé složky krve jsou vráceny dárci. Přístroje fungují v kontinuálním nebo v intervalovém, diskontinuálním režimu.

Při kontinuálním režimu se krev průběžně odebírá, separuje na jednotlivé složky a vrací se zpět dárci. Obvykle se využívá kontinuální režim s dvojnásobným žilním přístupem, kdy je metoda rychlejší a využívaný extrakorporální objem krve je menší. Při kontinuálním režimu je možný i jen jeden žilní přístup, avšak odběr pak trvá déle.

U diskontinuálního režimu je krev odebírána do rezervoáru, dále je rozdělena na jednotlivé složky a jen některé z nich jsou zpět vráceny dárci. Diskontinuální metoda je pomalejší, obvykle potřebuje větší mimotělní objem, avšak postačuje jeden žilní přístup. (11)

Tabulka 1 – Minimální intervaly mezi jednotlivými odběry a maximální povolená množství pro odběr jednotlivých krevních složek; upraveno podle (11)

	Jednorázové maximum	Minimální interval	Roční maximum
Odběr plné krve	13% objemu obíhající krve, obvykle 450 ml \pm 10%	8 týdnů	6krát u mužů 4krát u žen
Dvojitá erythrocytaferéza	13% objemu obíhající krve, není-li i.v. hrazeno	4 měsíce u mužů, 6 měsíců u žen	3krát u mužů 2krát u žen
Plazmaferéza	750 ml (bez protisrážlivého roztoku), 16% objemu obíhající krve, není-li i.v. hrazeno	14 dní	25 litrů
Trombocytaferéza		48 hodin	24krát
Kombinovaný odběr	16% objemu obíhající krve, není-li i.v. hrazeno		

2.6 Transfuzní přípravky

Transfuzní přípravky jsou vyrobeny z lidské krve nebo jejích složek. Jsou zařazeny mezi individuálně vyráběné léčivé přípravky určené k transfuzi za účelem léčby pacienta. TP vyrobený z jednoho dárcovského odběru krve obvykle odpovídá jedné transfuzní jednotce (TU). Na jednotlivé transfuzní přípravky jsou kladeny požadavky, které zabezpečují jejich kvalitu. Každý typ transfuzního přípravku se liší dobou expirace a podmínkami skladování. Každý transfuzní přípravek je označený štítkem, na kterém jsou uvedeny základní informace o přípravku (přesný název přípravku, výrobce, množství TP,

číslo přípravku, KS AB0 a RhD, složení a množství konzervačního roztoku, datum odběru a expirace, skladovací podmínky a zda vyhovuje v předepsaných testech). Transfuzní přípravky jsou využívány za účelem náhrady krve nebo jejích složek při akutní nebo chronické ztrátě krve, při nedostačující tvorbě krvinek, dále při zvýšené spotřebě nebo snížené tvorbě faktorů srážení krve. (11) (12)

2.6.1 Erytrocytární koncentráty

Erytrocytární koncentráty jsou vyráběny z plné krve a následným odstraněním krevní plazmy, v přípravku zůstávají leukocyty a trombocyty. Erytrocytární přípravky se mohou dále zpracovávat odstraněním vrstvy buffy-coatu, přidáním resuspenzního roztoku nebo deleukotizací či promytím erytrocytů. (1) (11)

Erytrocyty bez buffy-coatu resuspendované – EBR

V běžné praxi nejpoužívanější erytrocytární transfuzní přípravek. Přípravek se získává odstraněním většiny plazmy, leukocytů a trombocytů. Poté jsou erytrocyty resuspendovány ve vhodném výživném roztoku (např. SAGM). (13)

Erytrocyty resuspendované deleukotizované - ERD

Z erytrocytárního přípravku připraveného z plné krve nebo aferézy je odstraněna většina leukocytů při výrobě způsobem filtrace. Filtrace může být provedena několika způsoby, filtrací před skladováním tzv. in-line, laboratorní filtrací nebo filtrací u lůžka, tzv. bed side filtr. (1)

Erytrocyty promyté - EP

Přípravek se v klinické praxi používá velmi ojediněle. Získává se z erytrocytárního přípravku následným promytím izotonickým fyziologickým roztokem uzavřeným systémem. (1)

Tabulka 2 – Přehled erytrocytárních koncentrátů; poupraveno podle (1)

	objem (ml/TU)	obsah Hb (TU)	Ht	leukocyty (TU)	expirace (dny)
Erytrocyty bez buffy-coatu resuspendované	280 ± 50	43	0,50 - 0,70	$< 1,2 \times 10^9$	42
Erytrocyty deleukotizované	280 ± 50	40	0,50 - 0,70	$< 1,0 \times 10^6$	42
Erytrocyty promyté	280 ± 50	40	0,50 - 0,70	$< 1,0 \times 10^6$	48 hodin

2.6.2 Plazma ke klinickému použití

Při přípravě plazmatických transfuzních přípravků je důležité, aby byly zachovány koagulační faktory a přirozené inhibitory koagulace, které představují léčebnou složku při transfuzi. (2)

Plazma z plné krve - P

Přípravek je vyroben z plné krve. Plazma je zmrazena v časovém úseku a teplotě (během jedné hodiny na teplotu $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$), která zachovává termolabilní koagulační faktory ve funkčním stavu.

Objem 1 TU je 260 ± 40 ml. Výskyt zbytkových buněk je nanejvýš $6 \times 10^9/\text{l}$ erytrocytů, $50 \times 10^9/\text{l}$ trombocytů a $0,1 \times 10^9/\text{l}$ leukocytů. Obsah celkové bílkoviny je nejméně 50 g/l. Plazma nesmí obsahovat nepravidelné protilátky s klinickým významem. (1) (14)

2.6.3 Trombocytární koncentráty

Trombocytární přípravky jsou koncentráty trombocytů, které jsou získávány z plné krve nebo aferézou. Při přípravě či poté mohou být deleukotizovány, promyty nebo ozářeny. (1)

Trombocyty z buffy-coatu – TB

Přípravek se získává centrifugací plné krve. Při druhé centrifugaci se z buffy-coatu oddělí trombocyty resuspendované v plazmě. (11)

Objem měřený jednotlivě pro každý přípravek je nejméně 40 ml. Garantovaný obsah trombocytů v balení je minimálně 50×10^9 a počet leukocytů nejvýše $0,05 \times 10^9$ /jednotku. (13)

Trombocyty z aferézy – TA

Objem individuálně měřený pro každý přípravek je 220 ± 50 ml. Garantovaný obsah trombocytů v balení je více než 200×10^9 a počet leukocytů nejvýše $1,2 \times 10^9$ /jednotku. (1) (13)

Nevýhodou je vysoká příměs leukocytů a na základě doporučení odborné společnosti se mají vyrábět trombocyty deleukotizované. (15)

Trombocyty z aferézy deleukotizované - TAD

Transfuzní přípravek se získává metodou trombocytaferézy od jednoho dárce s následnou filtrací.

Přípravky o objemu 220 ± 50 ml obsahují minimálně 200×10^9 trombocytů. A přípravky s objemem 270 ± 50 ml mají minimálně 300×10^9 trombocytů. Počet leukocytů na jednu TU je menší než $1,0 \times 10^9$. (1)

2.6.4 Skladování TP

Tabulka 3 – Podmínky skladování TP; upraveno podle (10)

	Erytrocyty	Plazma	Trombocyty
Doba použitelnosti	42 - 49 dní dle stabilizačního roztoku	36 měsíců 3 měsíce	5 dní za stálého promíchávání
Teplota skladování	2 až 6 °C	< - 25 °C - 18 až -25 °C	20 až 24 °C

2.7 Předtransfuzní vyšetření

Předtransfuzní vyšetření je nezbytný úkon u všech transfuzí krve. Jedná se o laboratorní ověření, které potvrzuje, že krev, která bude podána příjemci, je maximálně imunologicky kompatibilní s jeho krví. Transfundované erytrocyty zajišťují příjemci jejich dostatečně dlouhou životaschopnost v jeho krevním oběhu. Úkolem všech předtransfuzních imunohematologických vyšetření je zajištění zcela bezpečné transfuze erytrocytů pacientovi a zamezení nebo minimalizování vedlejších reakcí. Vyšetření se provádí pomocí sérologických metod, které zahrnují stanovení krevní skupiny, screening nepravidelných protilátek proti erytrocytům a test kompatibility před transfuzí erytrocytů.

Před zahájením výběru vhodné transfuze je pacientovi odebrán vzorek krve na předtransfuzní vyšetření, dále je nezbytná žádanka na transfuzní přípravek a imunohematologické vyšetření krve, kterou indikuje ošetřující lékař. (1) (2) (14)

Rozlišení naléhavosti na výdej TP:

Standard: žádost na přípravu a vydání TP s daným dnem a časem. Předtransfuzní vyšetření je provedeno v daném sledu, obvykle tentýž den.

Statim: TP je přednostně vydáván po provedení předtransfuzního vyšetření, které je v tomto případě individuální. Obvykle se jedná o dostupnost TP pro pacienta od 90 do 120 minut od přijetí vzorku do laboratoře.

Vitální indikace: TP je vydáván, aniž bylo provedeno předtransfuzní vyšetření. To je pak posléze vykonáno co nejdříve. Pacientovi jsou podávány erytrocyty 0 RhD negativní a plazma krevní skupiny AB případně erytrocyty AB0 shodné/kompatibilní v závislosti na požadavku klinického zdravotnického pracoviště a stavu pacienta. (11)

Soubor předtransfuzního vyšetření zahrnuje:

- Určení krevních skupin AB0 a RhD;
- screening nepravidelných protilátek proti erytrocytům pacienta;
- výběr vhodného transfuzního přípravku a zkoušku kompatibility. (2)

Pokud se pacientovi podávají pouze trombocytární přípravky nebo plazma, vyšetřuje se výhradně krevní skupina AB0 a RhD. (11)

2.7.1 Určení krevní skupiny AB0 a RhD antigenu

Stanovení krevních skupin je nejvýznamnější předtransfuzní vyšetření. Jedná se o imunohematologické vyšetření pomocí sérologické reakce. Tato reakce může mít výsledek jak pozitivní - tedy přítomnost aglutinace, tak negativní. Jejich nesprávná interpretace výsledku krevní skupiny může být pro pacienta fatální. Určuje se antigen A nebo B na erytrocytech spolu s RhD u příjemce ideálně ve dvou samostatně odebraných vzorcích krve. Výskyt antigenů A, B a D se detekuje pomocí diagnostického séra anti-A, anti-B a anti-D obsahující monoklonální protilátku IgM. Kontrolní diagnostikum bez anti-D protilátky u vyšetření antigenu D slouží k odhalení falešně pozitivního výsledku.

Chceme-li prokázat přítomnost pravidelných protilátek anti-A a/nebo anti-B v séru nebo plazmě, musíme je detekovat pomocí diagnostických erytrocytů s krevní skupinou A a B. Pro případ, že by reagovaly jiné protilátky než anti-A nebo anti-B, využívají se pro kontrolu autologní erytrocyty nebo erytrocyty skupiny 0. (2) (4) (6)

Krevní systém AB0 a RhD, popřípadě jiný krevní systém, musí být stanoven na krevním vzorku pacienta ještě před samotnou transfuzí, s výjimkou mimořádných událostí, kdy zpoždění může ohrozit život pacienta a typizace může být prováděna paralelně s transfuzí. (14)

2.7.2 Screening antierytrocytárních protilátek

Tímto vyšetřením se prokazují nepravidelné protilátky proti erytrocytům. Test je prováděn v průběhu předtransfuzního vyšetření nebo v těhotenství. Nepravidelné protilátky, které se vyšetřují ze séra pacienta, je třeba identifikovat a podle přítomnosti klinicky významných protilátek vybrat vhodný transfuzní přípravek. Screeningový test se provádí pomocí screeningového panelu, který obsahuje diagnostické erytrocyty skupiny 0, které detekují v podstatě veškeré klinicky významné antierytrocytární protilátky. Ke klinicky významným erytrocytárním protilátkám se řadí anti-C, anti-c, anti-D, anti-E, anti-e, anti-K, anti-k, anti-Fy^a, anti-Fy^b, anti-Jk^a, anti-S a anti-s. Tyto klinicky významné protilátky mohou způsobit hemolýzu erytrocytů, proto je pacientovi podávána taková transfuze krve, která neobsahuje antigen, proti kterému je daná protilátka namířená.

Nejčastěji se využívá nepřímý antiglobulinový test (NAT) s inkubací při 37 °C. Přímý antiglobulinový test (PAT) odhaluje protilátky, které jsou navázané na erytrocytech. PAT se též provádí při vyšetření potransfuzní reakci. (2) (6) (16)

Tabulka 4 - Výběr erytrocytů s ohledem na nález specifické protilátky; poupraveno podle (2)

Specifická protilátka	Klinický význam	Výběr erytrocytů
AB0 protilátky	ano	AB0 kompatibilní
Rh protilátky	ano	negativní pro daný antigen
Kell protilátky	ano	negativní pro daný antigen
Duffy protilátky	ano	negativní pro daný antigen
Kidd protilátky	ano	negativní pro daný antigen
anti-S, -s	ano	negativní pro daný antigen
anti-A ₁ , -P ₁ , -N	výjimečně	negativní test kompatibility
anti-M	výjimečně	negativní test kompatibility
anti-M (reakce 37 °C/NAT)	občas	negativní pro daný antigen
anti-Le ^a / -Le ^b	výjimečně	negativní pro daný antigen / negativní test kompatibility
anti-Lu ^a	výjimečně	negativní test kompatibility

2.7.3 Test kompatibility

Předtransfuzní vyšetření zahrnuje test kompatibility/slučitelnosti. Základem kompatibility je správné stanovení krevní skupiny AB0 a RhD antigenu u dárce i příjemce. Dále test kompatibility zahrnuje detekci nepravidelných protilátek erytrocytů, které se mohou v pacientově séru vyskytovat po předchozí transfuzi, po těhotenství nebo přirozeně.

Test kompatibility je založena na detekci protilátek v plazmě nebo séru příjemce proti erytrocytům dárce v transfuzním přípravku. (6) (14)

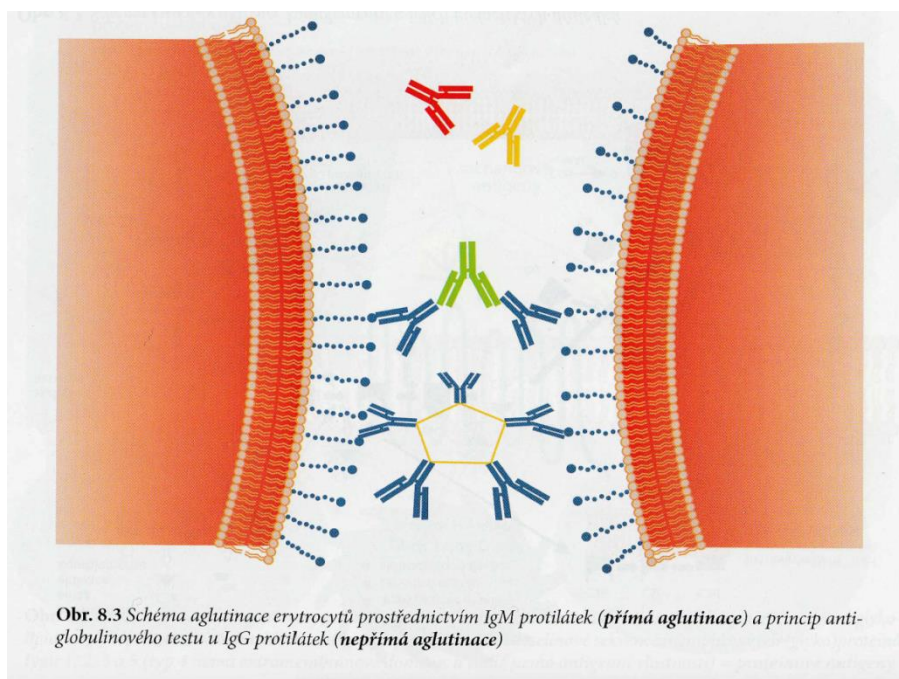
Platnost testu kompatibility (slučitelnosti) je maximálně 72 hodin od odběru vzorku krve pacienta. Po vypršení této doby se na základě nové imunohematologické žádanky odebere pacientovi nový vzorek a provede se opět test kompatibility. Platnost testu lze za určitých podmínek prodloužit až na 7 dní. (17)

U pacienta, kterému byla podána transfuze krve, nebo prodělal těhotenství za poslední tři měsíce, se musí provést test slučitelnosti na vzorku krve odebraném nanejvýš čtyři dny před navrhovanou transfuzí. (14)

2.7.4 Imunohematologické aglutinační metody

K detekci krevně skupinových protilátek se používají metody založené na aglutinaci erytrocytů. Ke vzniku aglutinace – shluku erytrocytů, dochází v případě, že se na antigen přítomný na povrchu krvinky naváže protilátka. Protilátky poté pomocí protilátkové vazby spojí dvě krvinky a dají tak vznik pozitivní aglutinaci.

Přímou aglutinaci způsobují protilátky třídy IgM, a protože jsou schopny aglutinovat erytrocyty za všech okolností, nazývají se kompletní protilátky neboli aglutininy. Protilátky třídy IgG dávají vzniku nepřímé aglutinaci, tedy krvinky jsou protilátkami senzibilizovány, avšak nereagují. K aglutinaci se přispívá pomocnými substancemi, nazývají se tedy inkompletní protilátky. Pro docílení silnější vazby mezi protilátkou a antigenem napomáhá přídavek polyetylglykolu PEG. Jedná se o polymer, který díky své rozpustnosti ve vodě spotřebovává vodu z okolí, a tím zesiluje vazbu mezi antigenem a protilátkou. Stejného výsledku lze dosáhnout použitím metody LISS. Resuspendované erytrocyty jsou připravovány v solném roztoku o nízké iontové síle. (6) (11) (18)



Obrázek 3 – Přímá a nepřímá aglutinace (6)

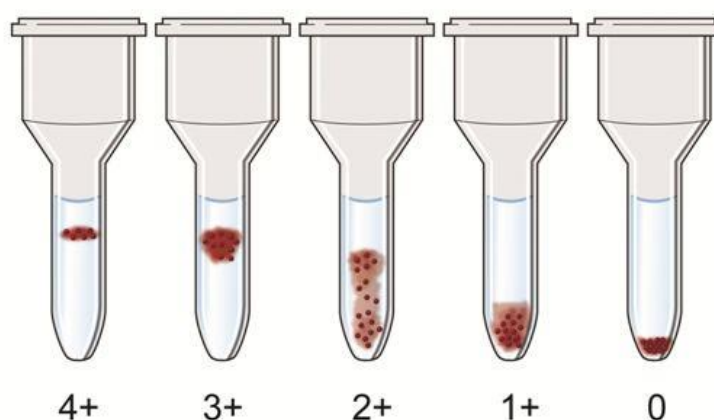
Rozdělení aglutinačních testů podle techniky provedení

Enzymový test není považován za rutinní metodu. Jeho přínos je ovšem sporný, na jedné straně hraje určitou úlohu při identifikaci protilátek, na druhé straně jsou při této metodě destruovány antigeny některých systémů (Duffy systém, MNSs systém). Využívají se proteolytické enzymy jako papain, bromelin a ficin, které odstraňují negativní náboj krvinky tím, že odbourávají části proteinů, které jsou za něj zodpovědné a zmenšují tak vzdálenost krvinek mezi sebou. (6) (11) Enzymový test lze využít jako druhotný test při opětovném nesprávném výsledku ve vnitřní i vnější kontrole kvality. Dále se provádí jako doplňující vyšetření u pacientů s těžkým klinickým stavem, a kteří jsou dlouhodobě léčeni transfuzními přípravky. A v neposlední řadě se jedná o doplňující vyšetření pacientů, kteří prodělali potransfuzní reakci. (18)

Sklíčkový test je dnes využíván výhradně k rychlému ověření již zjištěných krevních skupin. (11)

Zkumavkový test je v klinické laboratoři stále využíván při zjišťování krevních skupin AB0 a antigenů za pomoci protilátky třídy IgM (z ekonomických, ale i časových důvodů). Od jeho dřívějšího využití se dnes liší několika obnoveními. Provádí se ve zvýšeném poměru protilátka : antigen, je obohacen centrifugací a následnou resuspenzí. Automatické pipetory dávkuje vzorky do mikrotitračních destiček a k vyhodnocení dochází pomocí automatických systémů. (11)

Sloupcová (gelová) aglutinační metoda byla vyvinuta koncem osmdesátých let. Metoda je založena na kombinaci aglutinace a chromatografie. V této metodě se využívá gelový sloupec a senzibilizované erytrocyty suspendované v LISS. Erytrocyty se inkubují a následně centrifugují, v době centrifugace prostupují erytrocyty přes gelové síto na dno mikrozkušavky. Senzibilizované erytrocyty, které reagují s antiglobulinovým sérem přítomným v gelu vytváří shluky dvou a více krvinek a jsou následně zadrženy v gelu. Velké shluky zůstanou ve vrchní části sloupce. Při negativní reakci všechny erytrocyty projdou až na dno sloupce. Gelový sloupec, který obsahuje neutrální gel, se využívá pro zachycení aglutinace, např. při zjišťování anti-A a anti-B protilátek v plazmě, nebo se v něm může vyskytovat specifická protilátka, která slouží k určování antigenů A, B, C, c, E, e nebo K. (6) (11)



Obrázek 4 - Sloupcová aglutinace (19)

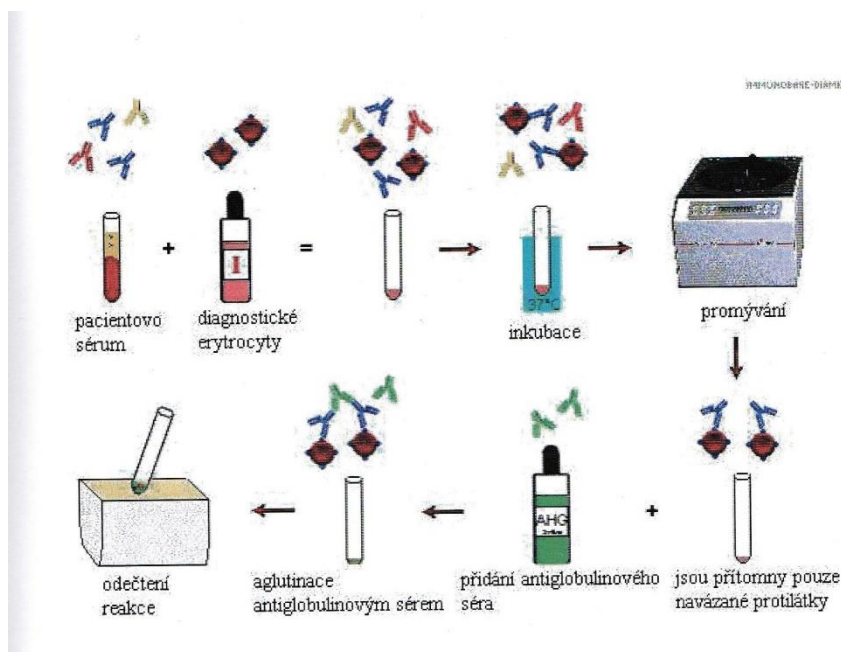
E.M. (Erythrocytes Magnetizer) jedná se o moderní aglutinační metodu využívající magnetickou sílu k přitahování erytrocytů, která nahradila centrifugaci mitrotitračních destiček. (11)

ANTIGLOBULINOVÉ TESTY

V roce 1908 Moreschi odhalil zákonitost aglutinace senzibilizovaných erytrocytů inkompletními protilátkami. Coombs zákon znovuobjevil v roce 1945, proto nese antiglobulinový test i druhý název Coombsův test. Aby aglutinace erytrocytů proběhla, musí se erytrocyty zprvu senzibilizovat protilátkami třídy IgG a poté jsou proti navázaným antiglobulinům namířené protilátky, které aglutinaci způsobí.

PAT (přímý antiglobulinový test) slouží v imuno hematologické laboratoři jako ukazatel přítomnosti IgG protilátek a/nebo složek komplementu, které jsou navázané na erytrocytech in vivo. Využívá se mimo jiné k laboratorní diagnostice odhalení autoimunitních hemolytických anémií nebo u vyšetření potransfuzních reakcí. K erytrocytům pacienta se přidává antiglobulinové sérum (AGH).

NAT (nepřímý antiglobulinový test) využívá diagnostické krvinky, na které se váží vyšetřované (alo)protilátky vyskytující se v plazmě nebo séru pacienta. Po inkubaci séra s diagnostickými erytrocyty se přidává antiglobulinové sérum s potenciátorem (albumin, PEG nebo LISS medium). NAT test se uplatňuje při screeningu protilátek, u testu kompatibility nebo při identifikaci protilátek. Princip metody NAT je znázorněn na obrázku 5. (6) (11)



Obrázek 5- NAT (6)

2.8 Výběr vhodného transfuzního přípravku

2.8.1 AB0 systém

Po provedení předtransfuzního vyšetření a testu kompatibility se musí příjemci vybrat vhodný transfuzní přípravek. Prioritou pro volbu vhodného transfuzního přípravku je shoda nebo alespoň kompatibilita (při nedostatku transfuzních přípravků určité krevní skupiny) v AB0 systému. (11)

Podání erytrocytů:

Tabulka 5 - Erytrocyty – AB0 kompatibilita (11)

Krevní skupina pacienta	Kompatibilní transfuzní přípravek erytrocytů
0	0
A	A, 0
B	B, 0
AB	AB, A, B, 0

Podání plazmy:

Tabulka 6 - Plazma – AB0 kompatibilita (11)

Krevní skupina pacienta	Kompatibilní plazma
0	0, A, B, AB
A	A, AB
B	B, AB
AB	AB

Podání trombocytů:

Před podáním trombocytů se neprovádí test kompatibility. Jestliže není možné pacientovi podat trombocyty odpovídající shodě AB0, podávají se TP podle kompatibility krevní plazmy. Taktéž se využívají trombocyty od dárce se skupinou 0, který má obsah titru anti-A a anti-B nízký. (2)

2.8.2 Rh systém

Podání erytrocytů:

Tabulka 7 - RhD kompatibilita (11)

Krevní skupina RhD pacienta	Kompatibilní transfuzní přípravek erytrocytů
D pozitivní	D pozitivní, D negativní
D negativní	D negativní

U transfuze krevní plazmy se RhD nebere v potaz. Při transfuzi trombocytů se mohou využívat RhD negativní přípravky trombocytů pro RhD pozitivního příjemce; tak RhD pozitivní trombocyty pro RhD negativního příjemce, u kterého je riziko tvorby protilátky anti-D nepatrné. Pokud se jedná o RhD negativní ženu ve fertilním věku (do 49 let), které se nezbytně podávají RhD pozitivní trombocyty, je jí podán specifický anti-D imunoglobulin. (2) (11)

2.9 Žádanka na imunohepatologické vyšetření krve

Před vydáním transfuzního přípravku, který indikuje ošetřující lékař, musí být řádně vyplněna žádanka na imunohepatologické vyšetření.

Žádanka by měla obsahovat následující údaje:

- identifikace pacienta - příjmení, jméno, rodné číslo, zdravotní pojišťovna, (pokud je pacient neznámý, nemocnice přidělí pacientovi vygenerované rodné číslo dle interních předpisů),
- diagnóza,
- požadované vyšetření a jeho časovou naléhavost,
- imunohepatologická anamnéza,
- volba transfuzního přípravku - druh a počet požadovaných TU,
- případný požadavek na deleukotizovaný TP,
- případný požadavek na ozářený TP,
- identifikace požadující zdravotnického pracoviště,
- identifikace a podpis lékaře, který požaduje TP a odpovídá za správnost údajů na žádance a indikaci transfuzního přípravku,
- identifikace a podpis sestry/porodní asistentky, která provádí odběr vzorku a ručí za správnost údajů uvedených na zkumavce,
- datum a čas odběru vzorku k předtransfuznímu vyšetření. (10) (20)

Žádanka na předtransfuzní vyšetření používaná ve FN Motol je uvedena v příloze 1, v příloze 2 je pak uvedena žádanka k výdeji transfuzního přípravku.

2.10 Transfuze krve

Cílem hemoterapie je zajistit maximální a co nejbezpečnější léčbu transfuzními přípravky s minimálním ohrožením pacienta vedlejšími účinky.

K hemoterapii se využívají jednotlivé krevní složky a krevní deriváty. K substituci chybějící složky krve se využívají vaky s co nejmenší příměsí ostatních složek, vyrobené z plné krve nebo separačními metodami. Indikaci krevních přípravků pro transfuzi provádí lékař. Výdej zajišťuje oprávněná osoba, která je zodpovědná za distribuci krevního přípravku, a dále kontroluje dokumentaci a náležité podpisy osob, které s přípravkem dále manipulují. (4)

K zajištění bezpečného podání krve se dodržuje metoda „4 s“:

- správná indikace;
- správného transfuzního přípravku;
- ve správný čas;
- ve správném množství;

kdy se při jednotlivých substitucích musí brát zřetel na individualitu pacienta. (11)

2.11 Hlavní indikace transfuzních přípravků

2.11.1 Plná krev

V dnešní době transfuze plné krve nemá racionální indikační opodstatnění, jelikož neobsahuje funkční leukocyty ani trombocyty. PK se využívá především jako výchozí produkt pro další výrobu jednotlivých krevních složek. V některých případech je možné ji podat v rámci autologního odběru, pokud indikující lékař dá přednost PK před jejím zpracováním. (1)

2.11.2 Erytrocyty

Erytrocytový koncentrát je indikován u pacientů trpících anémií. Dále se erytrocyty podávají pacientům, kteří utrpěli nadměrné ztráty krve za účelem zásobování tkání a orgánů kyslíkem.

Erytrocyty deleukotizované podáváme za účelem snížení rizika nehemolytických febrilních reakcí u polytransfundovaných pacientů.

Erytrocyty ozářené jsou aplikovány pacientům se sníženou imunitou, u nichž v případě podání neozářených TP je vysoké riziko vzniku TA-GvHD (transfuzí vyvolaná reakce štěpu proti hostiteli).

Erytrocyty promyté jsou indikovány ojediněle, pacientům se známými protilátkami proti IgA nebo proti plazmatickým bílkovinám. (11)

2.11.3 Trombocyty

Transfuze trombocytů se podává při léčbě krvácení způsobeného trombocytopenií, u poruchy funkce trombocytů a při prevenci vzniku krvácení způsobeného trombocytopenií. Důležitým příznakem k podání transfuze trombocytů je jejich počet v krvi. U pacientů, kteří mají počet trombocytů $< 20 \times 10^9/l$, je transfuze vhodná, nicméně vždy záleží na stavu pacienta. Důležitou roli hrají přítomné rizikové faktory, které se podílejí na vzniku krvácení. Mezi takováto rizika řadíme například: infekci, zvýšenou teplotu, splenomegalii, nádorové onemocnění nebo léky ovlivňující funkci trombocytů. (2) (21)

2.11.4 Čerstvě mražená plazma

Dávkování plazmy závisí na klinickém stavu a etiologických faktorech. Startovací dávka při léčbě krvácení je obvykle 15-20 ml/kg hmotnosti pacienta. Je vhodné monitorovat odpověď podle klinického stavu a laboratorně

dle hodnot PTT a PT. Obecně platí, že 1 ml plazmy/kg hmotnosti zvýší obsah koagulačních faktorů o 1-2 %. (20)

Hlavní indikace k podání klinické plazmy je substituce deficitu jednotlivých koagulačních faktorů v případě, že nejsou k dispozici jejich koncentráty. Dále při léčbě trombotické trombocytopenické purpury (TTP) a v některých případech je plazma podávána v rámci léčebné plazmaferézy. (4)

Koagulopatie se vyskytuje často u pacientů na jednotce intenzivní péče a to především v souvislosti prodloužených/zvýšených hodnot aktivovaného parciálního tromboplastinového času (APTT), protrombinového času (PT) a dalších testů na vyšetření hemostázy. Za těchto okolností a zejména v perioperačním období je pacientovi indikována a podávána čerstvě zmražená plazma a to i v situaci, kdy je její podání nepotřebné. Při provedení globálního testu koagulace, jako například tromboelastometrie (ROTEM), je výsledná celková koagulace v normě a to i navzdory patologickým hodnotám běžných laboratorních testů, jako jsou PT/APTT testy. Indikace plazmy je tedy často považována za nadbytečnou a vede jak ke zbytečnému zvýšení rizika pro pacienta, tak k finančním ztrátám pro kliniku.

Testy PT/APTT se obvykle u pacientů provádějí v perioperačním hodnocení koagulace, v okamžiku, kdy má pacient patologicky prodloužené hodnoty, se mu podává čerstvě zmražená plazma, přestože u hodnot INR (international normaliser ratio) pod 1,5 se ČMP neindikuje, v praxi tomu tak není. Indikace ČMP je v mnoha případech nadbytečná. Fatální rozdíl mezi testy PT/APTT a metodou ROTEM je ten, že testy PT/APTT hodnotí koagulaci plazmy, kdežto ROTEM využívá plnou krev a umožňuje posuzovat celkový vývoj srážení. (22) (viz kazuistika)

2.12 Aplikace transfuzních přípravků

Za posouzení kompatibility transfuzního přípravku s krví příjemce odpovídá poskytovatel (lékař), který provádí transfuzi. *„Záznam o slučitelnosti transfuzního přípravku s krví pacienta je součástí zdravotnické dokumentace vedené o pacientovi; záznam podepíše zdravotnický pracovník, který slučitelnost transfuzního přípravku s krví příjemce ověřil.“* (23)

Pověřená zdravotní sestra případně jiný nelékařský zdravotnický pracovník s kompetencí (porodní asistentka, zdravotnický záchranář) musí před podáním transfuze změřit krevní tlak, puls, teplotu a provést orientační chemické vyšetření moče diagnostickým proužkem. Dále musí zkontrolovat dokumentaci: jméno pacienta, rodné číslo, krevní skupinu pacienta a číslo transfuzního přípravku. Poté připraví k podání transfuze transfuzní set. (2)

Lékař před transfuzí provede kontrolu dokumentace pacienta, ověří totožnost pacienta dle směrnice č. IOS_18/2006-4 Identifikace pacientů ve Fakultní nemocnici v Motole, ve znění pozdějších revizí. Zkontroluje vzhled transfuzního přípravku, číslo a typ TP, krevní skupinu, expiraci TP a výsledek testu kompatibility. Před každou aplikací erytrocytárních přípravků lékař provádí kontrolu krevní skupiny pacienta a TP dárce u lůžka v AB0 systému, v případě podání přípravků neobsahujících erytrocyty, tj. plazmy a trombocytárních přípravků lékař pouze ověří krevní skupinu pacienta a potvrdí její kompatibilitu s dárce.

Rychlost transfuze by měla být 60-80 kapek/minutu, to ovšem neplatí pro masivní transfuze a doba transfuze by měla trvat maximálně 2 hodiny (1 TU). V průběhu transfuze se kontroluje stav pacienta a to především v rané fázi transfuze, jelikož právě zde se nejčastěji vyskytují závažné reakce. Lékař by měl kontrolovat stav pacienta nepřetržitě, pokud se jedná o transfuze z vitální indikace, o pacienta s nálezem alo/autoprotilátek a o pacienta s opakovanými potransfuzními reakcemi.

Pokud se během transfuze objeví nepříznivé příznaky, jako jsou např. zvracení, dušnost, zblednutí, třesavka, nauzea, nevolnost, bolest v zádech nebo pocit mrazení, ihned se musí přivolat lékař. (20)

2.13 Potransfuzní reakce

„Pojmem potransfuzní reakce jsou označovány všechny neočekávané nežádoucí účinky související s podáním transfuzních přípravků.“ (1 str. 42)

Jak již bylo řečeno, cílem hemoterapie je zajistit maximální a co nejbezpečnější léčbu transfuzními přípravky a krevními deriváty s minimálním ohrožením pacienta vedlejšími účinky. Napříč striktním opatřením souvisí s hemoterapií také komplikace. Podle doby projevu se rozlišují potransfuzní reakce na akutní a pozdní. Kdy akutní potransfuzní reakce nastávají do 24 hodin od podání transfuze a pozdní v době 24 hodin nebo několik dní až týdnů od podání transfuze. Dle etiologie se rozdělují potransfuzní reakce na reakce z imunologických příčin a reakce z neimunologických příčin. Klinické příznaky potransfuzních reakcí mohou být lehké, střední anebo závažné. (4) (11) (24)

2.13.1 Hemolytické potransfuzní reakce

U hemolytických potransfuzních reakcí hraje zásadní roli imunologická inkompatibilita mezi dárce a příjemcem. Nejčastěji jde o inkompatibilitu v AB0 systému, výjimečně v jiných systémech (např. Kell). Podle časového projevu se rozlišuje akutní a pozdní stav. Dle identifikace destrukce erytrocytů rozlišujeme hemolýzu intravaskulární a extravaskulární. Hemolytické potransfuzní reakce se vyskytují ojediněle, na 10 000 transfuzí se vyskytují v 1-2 případech. (4)

Akutní hemolytická potransfuzní reakce nastává velmi časně po podání transfuze. Je způsobena erytrocytární inkompatibilitou, tedy kdy jsou v séru příjemce přítomny protilátky proti transfundovaným erytrocytům. Mezi klinické

příznaky se řadí hypotenze, rozvoj DIC a šoku. Pozdní hemolytická potransfuzní reakce se od podání transfuze objevuje po pěti až sedmi dnech. Příčinou pozdní hemolytické reakce je sekundární imunitní odpověď na opakovanou expozici erytrocytových antigenů. (2) (11)

2.13.2 Febrilní nehemolytické potransfuzní reakce

Řadí se mezi nejčastější potransfuzní reakce. Jsou způsobeny imunizací příjemce, který si na přijímané leukocytární antigeny vytváří antileukocytární protilátky. Další příčinou je přítomnost cytokinů, vzniklých po rozpadu leukocytů v době zpracování a skladování transfuzních přípravků. Klinickým projevem této potransfuzní reakce bývá zvýšená tělesná teplota alespoň o 1 °C, bolest hlavy, zimnice nebo nevolnost. (12)

2.13.3 Alergické potransfuzní reakce

Alergické potransfuzní reakce se řadí mezi druhé nejčastější komplikace po transfuzi. Nejčastěji se vyskytují po podání trombocytárního přípravku nebo plazmy. Příčinou bývají reakce protilátek příjemce na bílkoviny plazmy nebo vysoká citlivost na látky obsažené v transfuzním přípravku. Klinické příznaky mohou být od slabých reakcí, středně těžkých až po anafylaktický šok. (4) (11)

2.13.4 Anafylaktické potransfuzní reakce

Jedná se o druh alergické potransfuzní reakce, která vzniká u pacientů s deficitem IgA a výskytem protilátek anti-IgA. Takto se vyznačují pacienti, kteří mají hladinu IgA < 0,05 mg/dl. Po podání nesprávného transfuzního přípravku se u pacientů vyskytují klinické příznaky, ke kterým patří kopřivka, zvracení, hypotenze, šokový stav. Prevencí této reakce je podání promytých transfuzních přípravků s odstraněnou plazmou anebo podání plazmy od IgA deficitního dárce. (2)

2.13.5 Reakce TRALI

Reakce TRALI (transfusion related acute lung injury) se se svou závažností řadí mezi akutní, život ohrožující reakce. Jedná se o poškození plic vlivem transfuze. Příčinou reakce jsou HLA protilátky v dárcovské plazmě, které reagují s leukocyty příjemce anebo naopak. Mezi klinické projevy patří dyspnoe, hypoxie, oboustranný otok plic a cyanóza. (2)

2.13.6 Reakce TA-GvHD

GvHD v důsledku podání transfuze je detekována u imunokompromitovaných příjemců transfuze způsobené proliferací lymfocytů od dárce. Tento syndrom se nejčastěji objevuje u transplantovaných pacientů. Ke klinické diagnostice patří horečka, poškození jater, projevy na kůži, průjem. (1)

2.13.7 Potransfuzní purpura

Jako komplikace po hemoterapii se potransfuzní purpura vyskytuje málokdy. Jedná se o akutní trombocytopenii způsobenou aloimunizací pacienta, která nastává u žen během těhotenství nebo u polytransfundovaných pacientů. Příčinou reakce jsou trombocytární protilátky anti-HPA-1a. (11)

2.13.8 Oběhové přetížení TACO

Klinickým příznakem bývá v průběhu transfuze selhávání pravého, poté levého srdce, plicní edém, hypertenze, dyspnoe, arytmie a cyanóza. Může nastat po podání transfuzního přípravku s velkým objemem nebo příliš rychlou aplikací. (12) (17)

2.13.9 Hypotenze

Příznaky jsou tachykardie a hypotenze. Příčinou této potransfuzní reakce bývá produkce bradykininů zesílena inhibitory ACE. (17)

Příčinou dalších potransfuzních reakcí mohou být transfuzí přenosné infekce - **virové, bakteriální nebo parazitární.** (11)

Komplikace po transfuzi mohou být vyvolány jednak příčinou masivní transfuze, aloimunizací proti antigenům krevních elementů a plazmatických proteinů, imunosupresí, tak přetížením železem z důvodu opakované transfuze. (24)

2.14 Opatření při podezření na potransfuzní reakci

Pokud ošetřující lékař nebo příslušná zdravotní sestra/porodní asistentka zpozorují na pacientovi během transfuze některé nežádoucí příznaky, musí okamžitě přerušit transfuzi, ponechají i. v. přístupu pro event. terapeutickou intervenci, zkontrolovat krevní tlak a tělesnou teplotu spolu s odběrem moči k analýze. Pokud se jedná o těžkou potransfuzní reakci, okamžitě se přivolá lékař a zajistí se vitální funkce pacienta, dále se informuje krevní banka, která prováděla testy kompatibility a vydala transfuzní přípravek. Ta se ujistí kontrolou všech současně vydaných transfuzí, zda nedošlo k záměně transfuzních přípravků. Proveďte se zpětná kontrola pacienta společně s kontrolou TP. Z druhé paže pacienta se odebere vzorek krve, který se spolu se zbytkem transfuzního přípravku posílá zpět do krevní banky. (24)

2.15 Řešení neshod a nežádoucích událostí

„Hemovigilance (HV) je termín široce používaný v souvislosti s bezpečností hemoterapie. Směrnice 2002/98/ES jej definuje jako soubor systematických postupů, které zahrnují detekci, shrnutí a analýzu informací o závažných nepříznivých účincích a příhodách na straně příjemců transfuzí a dárců krve a epidemiologické sledování dárců krve.“ (11 str. 217)

Cílem HV je kontrola nad činnostmi v transfuziologii, neshod a nežádoucích událostí. Postupy HV zajistí organizovaný dohled nad závažnými nežádoucími nebo neočekávanými událostmi nebo reakcemi u příjemců krve a krevních složek. Výsledky analýzy HV musí být periodicky podávány zprostředkovatelům údajů o HV a předávány příslušnému orgánu včetně doporučení ohledně preventivních nebo nápravných opatření.

Jsou dány postupy, které sledují každé jednotlivé jednotky krve nebo krevních složek odebrané od dárce až po konečné místo určení. Sledovatelnost zahrnuje také případy, kdy jednotka krve nebo složka není transfundována pacientovi, ale používá se k výrobě léčivých přípravků nebo k výzkumným a vyšetřovacím účelům nebo k likvidaci.

Zásadní roli hraje funkční systém hlášení nežádoucích účinků hemoterapie a jejich analýza. (11) (14)

Tabulka 8 - Přehled nežádoucích událostí (11)

Události	Závažné události
Chybně označené vzorky	Bakteriální kontaminace TP
Chyba při identifikaci pacienta	Chybné určení krevní skupiny TP
Chybná indikace produktu (např. neozářený TP)	Důvody vedoucí ke stažení TP z distribuce/výdeje
Chybné označení TP	Chybný výdej TP
Nevhodné skladování	

3 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je popsat systém aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol. V samostatných kapitolách budou popsána témata, které s aplikací transfuze úzce souvisí. Bude poskytnut přehled laboratorních metod, dále se práce bude zabývat potransfuzními reakcemi a v neposlední řadě též systémem řešení neshod a nežádoucích událostí souvisejících s účelnou hemoterapií.

Dílčím cílem je také poukázat a vyhodnotit sestupný trend v podávání klinické plazmy.

4 METODIKA

Praktická část bakalářské práce je vypracována na Oddělení krevní banky ve FN Motol. Údaje, které jsou zpracovány, se týkají období od 1. září 2015 do 31. prosince 2016.

V praktické části bakalářské práce jsou zprvu uvedeny základní informace postupu předtransfuzního vyšetření ve FN Motol, dále je uveden přehled laboratorních metod, které se prováděly v rámci předtransfuzního vyšetření. Další kapitolou bakalářské práce je aplikace TP ve FN Motol, jsou vysvětleny zkratky TP, které se používají na Oddělení krevní banky a jsou znázorněny výdeje TP za jednotlivé roky 2015 a 2016. Nedílnou součástí transfuze krve je riziko potransfuzní reakce. Potransfuzní reakce jsou zahrnuty do samostatné kapitoly, je dán seznam reakcí po transfuzi u pacientů rozdělených do základních kategorií. Jednotlivé potransfuzní reakce za rok 2015 a 2016 jsou získávány z informačního systému. Pacienti, kteří reakce po transfuzi prodělali, jsou rozděleny na muže a ženy, dospělé a děti do 18 let. Dále je brán ohled na TP, po kterém se potransfuzní reakce objevila a v neposlední řadě jsou rozlišeny druhy potransfuzních reakcí.

Závěrem je předložen systém řešení neshod a nežádoucích událostí souvisejících s preanalytickou fází.

4.1 Předtransfuzní vyšetření



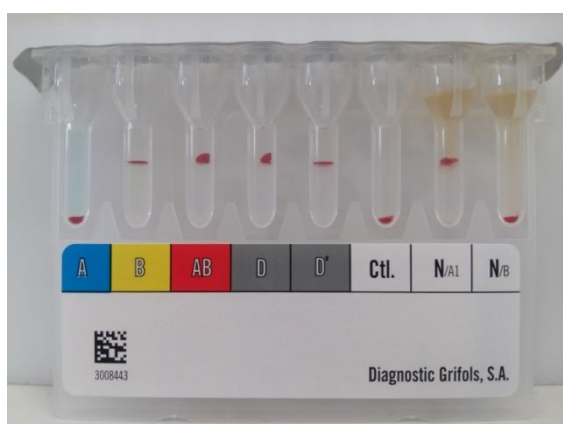
Obrázek 6 - Laboratorní stůl (autor práce)

Základní informace k vyšetřovacím metodám ve Fakultní nemocnici v Motole

Ve FN Motol jsou k předtransfuznímu vyšetření používány gelové karty značky Grifols - DG Gel. Jedná se o kartu s osmi sloupci, která je založená na sloupcové aglutinační technologii pro typování krevních skupin a vyšetřování neočekávaných protilátek. Systém používá osmi sloupcový formát, což znamená, že lze provést více testů a získat více informací z jedné karty. Karty DG Gel se snadno přizpůsobují různým pracovním postupům jak manuálním, poloautomatickým tak automatizovaným. (25)

4.1.1.1 Krevní skupina AB0 a RhD

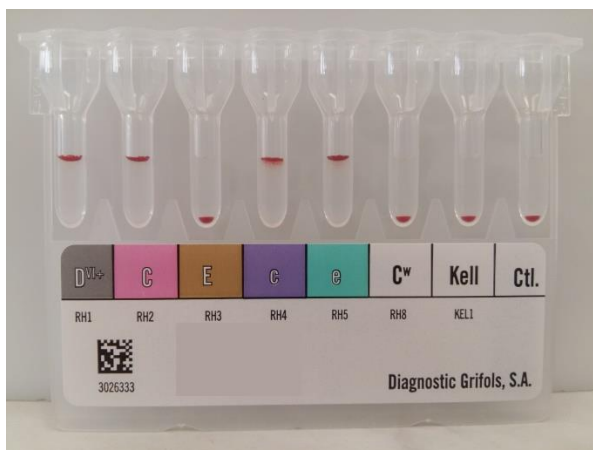
- Název vyšetření na žádance: KS a RH
- Vyšetřovaný materiál: Plazma, erytrocyty
- Odběr do: Plast s K₂EDTA
- Manipulace s materiálem (transport): Odebraný vzorek chránit před mrazem, teplotou nad 37°C a mechanickými otřesy. Materiál do laboratoře dodat co nejdříve po odběru, nejdéle však do 2 hodin.
- Referenční rozmezí: Typ krevní skupiny v systému AB0 RhD
- Omezení a interference: Silná hemolýza omezuje možnost vyšetření vzorku.
- Dostupnost: Nepřetržitá 24 hodin (26)



Obrázek 7 – Krevní skupina (autor práce)



Obrázek 8 – Krevní skupina novorozence (autor práce)



Obrázek 9 - Stanovení antigenů systémů Rh a Kell (autor práce)

4.1.2 Screening antierytrocytárních protilátek

- Název vyšetření na žádance: Screening antierytrocytárních protilátek
- Vyšetřovaný materiál: Plazma
- Odběr do: Plast s K₂EDTA
- Manipulace s materiálem (transport): Odebraný vzorek chránit před mrazem, teplotou nad 37°C a mechanickými otřesy. Materiál do laboratoře dodat co nejdříve po odběru, nejdéle však do 2 hodin.
- Referenční rozmezí: negativní - pozitivní
- Omezení a interference: Silná hemolýza omezuje možnost vyšetření vzorku.
- Dostupnost: Nepřetržitá 24 hodin (26)



Obrázek 10 – NAT (Screening protilátek, test compatibility); (autor práce)

Diagnostické erytrocyty pro screening protilátek

Jako základní diagnostikum jsou doporučovány komerční CE certifikované screeningové panely. Doporučuje se použití panelu 3 diagnostických erytrocytů s minimálním zastoupením následujících antigenů: C, Cw, c, D, E, e, K, k, Fya, Fyb, Jka, Jkb, S, s, M, N, Lea. (18)

Při pozitivním screeningu protilátek je nutno identifikovat protilátku:



Obrázek 11 - Detekce protilátek proti erytrocytům v enzymovém testu
(autor práce)

4.1.3 Vyšetření kompatibility transfuzního přípravku obsahujícího erytrocyty

- Název vyšetření na žádance: Zkouška kompatibility
- Vyšetřovaný materiál: Plazma
- Odběr do: Plast s K₂EDTA
- Manipulace s materiálem (transport): Odebraný vzorek chránit před mrazem, teplotou nad 37°C a mechanickými otřesy. Materiál do laboratoře dodat co nejdříve po odběru, nejdéle však do 2 hodin.
- Referenční rozmezí: negativní - pozitivní
- Omezení a interference: Silná hemolýza omezuje možnost vyšetření vzorku.
- Dostupnost: Nepřetržitá 24 hodin (26)

4.1.1.4 Přímý antiglobulinový test

- Název vyšetření na žádance: Přímý antiglobulinový test - PAT
- Vyšetřovaný materiál: Erytrocyty
- Odběr do: Plast s K₂EDTA
- Manipulace s materiálem (transport): Odebraný vzorek chránit před mrazem, teplotou nad 37°C a mechanickými otřesy. Materiál do laboratoře dodat co nejdříve po odběru, nejdéle však do 2 hodin.
- Referenční rozmezí: negativní - pozitivní
- Omezení a interference: Silná hemolýza omezuje možnost vyšetření vzorku.
- Dostupnost: Nepřetržitá 24 hodin (26)



Obrázek 12 – PAT (autor práce)

Provedení bed side testu:

- 1-2 kapky diagnostického séra anti-A a anti-B,
- 1 kapka krve pacienta/příjemce bezprostředně odebrané,
- 1 kapka krve erytrocytárního TP,
- pečlivě a lehce promíchat a zhodnotit,
- výsledek (aglutinace) se odečítá do 1 minuty
- výsledek krevních skupin zapsat do kartičky bed-side testu a zhodnotit. (20)

4.1.5 Vydávání výsledků

Intervaly od dodání vzorku do vydání výsledku

- Vitální indikace bez testu kompatibility – do 15 minut (TAT 15);
- Vitální indikace s testem kompatibility – do 45 minut (TAT 45);
- Statim – do 90 minut (TAT 90);
- Základní (rutinní) - tentýž den nebo následující den. (26)

4.1.6 Automatický imunohepatologický analyzátor ERYTRA

Erytra je plně automatický velkokapacitní analyzátor navržený pro automatizaci in vitro imunohepatologických krevních testů, který využívá technologii DG Gel karet pro stanovení krevních skupin, typování antigenů, a provádění screeningu nepravidelných protilátek, testů kompatibility a přímého antiglobulinového testu.



Obrázek 13 – Analyzátor Erytra (autor práce)

Analyzátor Erytra je modulárně koncipovaný přístroj, který automatizuje imunohematologické testy gelovou technikou uvedené níže:

- stanovení antigenů krevních skupin,
- stanovení aglutininů krevních skupin,
- screening erytrocytárních protilátek,
- identifikace erytrocytárních protilátek,
- stanovení Rh fenotypu,
- stanovení rozšířeného fenotypu,
- vyšetření přímého antiglobulinového testu,
- provedení testu kompatibility.

Základem všech testů, které lze provádět s použitím tohoto zařízení, je reakce mezi erytrocytárním antigenem (přítomným ve vzorku nebo v reagentu) a protilátkou (přítomnou v séru/plazmě nebo v reagentu). Výsledkem je aglutinační reakce, která je zřetelná po filtraci erytrocytů skrz gelový sloupec v mikrozkušovací kartě DG Gel. (27)

4.2 Aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol

Data o výdeji transfuzních přípravků jsou získávány z informačního systému na Oddělení krevní banky ve FN Motol.

Seznam transfuzních přípravků používaných ve FN Motol

Erytrocytární transfuzní přípravky

- EBR - Erytrocyty bez buffy coatu resuspendované,
- Erytrocyty deleukotizované u lůžka - erytrocytární přípravek EBR, ke kterému při požadavku kliniky/oddělení vydán bed-side filtr,
- ERD - Erytrocyty resuspendované deleukotizované,

- Erytrocyty deleukotizované - pediatrická jednotka,
- EP - Erytrocyty promyté,
- Erytrocytární přípravky pro výměnnou transfuzi novorozenců,
- Erytrocytární přípravky pro intrauterinní transfuzi.

Plazma

- P - plazma z plné krve,
- PA - plazma z aferézy.

Trombocytární transfuzní přípravky

- TA - trombocyty z aferézy,
- TAD - trombocyty z aferézy deleukotizované,
- trombocyty z buffy-coatu,
- trombocyty z plné krve,
- trombocyty z plné krve deleukotizované,
- trombocyty z buffy coatu směsné,
- trombocyty z BC směsné deleukotizované. (15)

4.3 Potransfuzní reakce

V souvislosti s transfuzí mohou nastat komplikace spojené buď s podávaným transfuzním přípravkem, nebo s klinickým a imunitním stavem pacienta. Pokud se objeví u pacienta reakce v souvislosti s transfuzí, lékař zajistí terapii komplikace a dále ji musí evidovat v dokumentaci. Zajistí se potřebné odběry vzorků pacienta, které se spolu s nespotřebovaným transfuzním přípravkem odešlou na KB/ZTS, které přípravek vydalo. Klinické pracoviště odesílá „hlášení o potransfuzní reakci“, které je uvedeno v příloze 3. Dále je sepsána zpráva o klinické reakci po transfuzi, kterou vypracovává laboratoř, viz příloha 4.

Poskytovatel zdravotnických služeb se řídí danými postupy, podle vyhlášky č. 143/2008 Sb. v platném znění, pro hlášení závažných nežádoucích reakcí a událostí vzniklých v souvislosti s provedením transfuzí. (17)

4.4 Řešení neshod v preanalytické fázi

Preanalytická fáze je soubor všech postupů a operací, kterými projde analyzovaný vzorek od okamžiku požadované analýzy do okamžiku vložení vzorku do analytického měřicího systému.

Zpracování biologického materiálu může být odmítnuto, pokud na žádance nebo nádobce jsou nečitelné nebo úplně chybí údaje důležité pro identifikaci vzorku a pro styk se zdravotní pojišťovnou a není možné tyto údaje doplnit nebo upřesnit na základě komunikace s klientem. Dále z důvodu, nesouhlasí-li identifikace pacienta na žádance a na vzorku, není-li ke vzorku doručena příslušná žádanka, nebo pokud u biologického materiálu zjevně došlo k porušení zásad při odběru, transportu či uložení a jeho znehodnocení je tak vážné, že nelze vyšetřit. V tomto případě je žadatel ihned informován o odmítnutí zpracování vzorku a je s ním zjednána náprava, každé odmítnutí vzorku je evidované v klinických laboratořích v dokumentu - Neshody, reklamace na přijetí materiálu. To ovšem neplatí, pokud se jedná o nenahraditelný nebo kritický vzorek, pouze tehdy může být zpracován. (28)

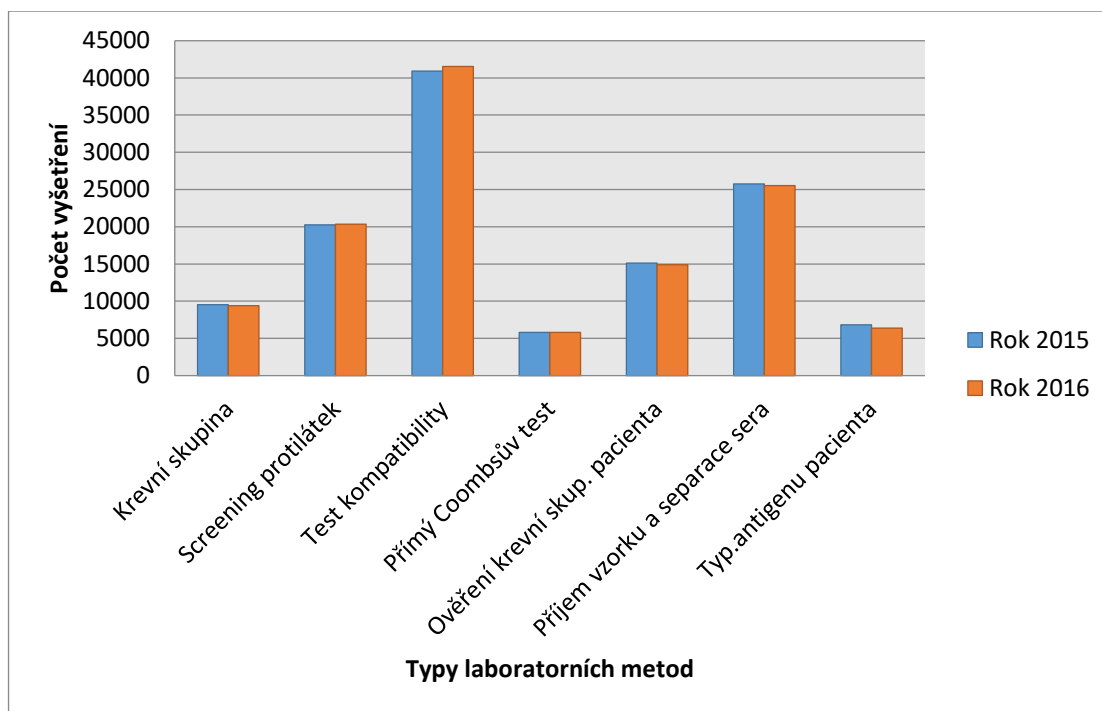
5 VÝSLEDKY

5.1 Přehled laboratorních metod

Tabulka 9- Přehled laboratorních metod prováděné ve FN Motol za rok 2015 a 2016

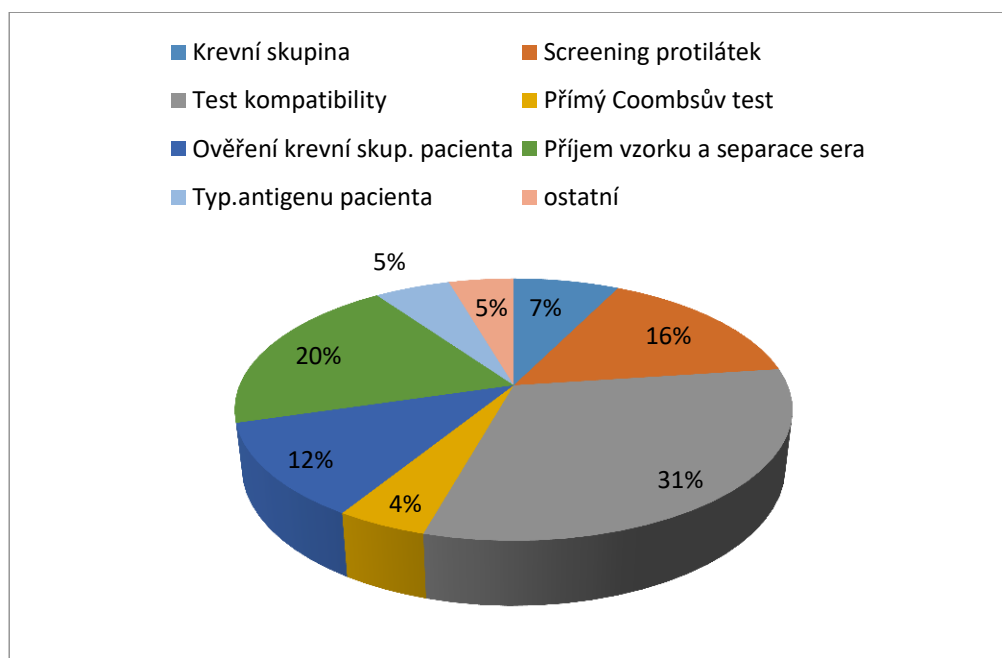
Metoda	Počet	
	Rok 2015	Rok 2016
Krevní skupina	9 533	9 401
Screening protilátek	20 270	20 335
Test kompatibility	40 896	41 536
PAT	5 802	5 785
Krevní skupina novorozence	667	671
Krevní skupina z pupku	1 534	1 579
Autoprotilátky	1 133	1 031
Typování antigenu přípravku	403	219
Volné imunní protilátky	17	14
Potransfuzní reakce	72	91
Ověření krevní skupiny pacienta	15 125	14 881
Příjem vzorku a separace sera	25 740	25 547
Titrace protilátek	36	16
Identifikace protilátek	821	730
Typování antigenu pacienta	6 823	6 373
NAT	201	233
Chladové aglutininy	66	87
Krevní podskupina / Opis krevní skup. Pacienta	1	1
Mimotělní oběh - scr.prot.18°C	897	904
Celkem	130 037.00	129 461.00

Na obrázku 14 jsou vyobrazeny vybrané imunohepatologické metody a jejich počet, které byly provedeny ve FN Motol za rok 2015 a 2016. Jejich frekvence v obou letech je téměř stejná. Nejčastěji se prováděl test kompatibility a to v každém roce více jak 40 000krát, dále příjem vzorku a separace séra, který čítá více jak 25 000 vyšetření v každém roce. Screening protilátek v obou letech překročil 20 000 vyšetření za rok.

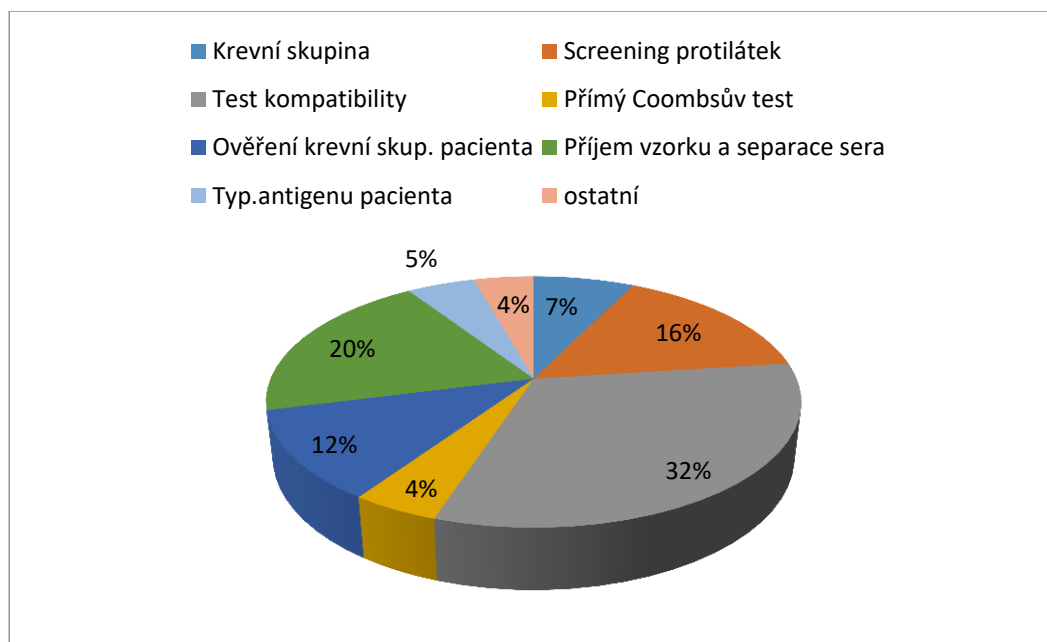


Obrázek 14 - Vybrané metody ve FN Motol za rok 2015 a 2016

Obrázek 15 a 16 znázorňuje grafy s procentuálním zastoupením jednotlivých laboratorních metod za rok 2015 a za rok 2016.



Obrázek 15 – Laboratorní metody za rok 2015



Obrázek 16 - Laboratorní metody za rok 2016

5.2 Aplikace transfuzních přípravků ve FN Motol

Typy používaných TP ve FN Motol

- **EBR – erytrocyty bez buffy coatu resuspendované**

Jsou sečteny TP: erytrocyty bez buffy coatu resuspendované a erytrocyty bez buffy coatu.

- **ERD – erytrocyty resuspendované deleukotizované**

V této skupině jsou zahrnuty TP: ERD, EAD - erytrocyty z aferézy deleukotizované, erytrocyty resuspendované bez buffy coatu deleukotizované, erytrocyty deleukotizované pediatrické, erytrocyty deleukotizované intrauterinní transfuze, erytrocyty deleukotizované.

- **P – plazma z plné krve**

Do skupiny jsou zařazeny TP: P, PA – plazma z aferézy, plazma deleukotizovaná, plazma-H z aferézy, plazma pro klinické využití.

- **Trombocyty**

Jsou sečteny všechny druhy trombocytárních TP podávané ve FN Motol:
TAD – trombocyty z aferézy deleukotizované, TB – trombocyty z buffy coatu (směsné) / deleukotizované, TA – trombocyty z aferézy / v náhradním roztoku / deleukotizované ozářené, trombocyty deleukotizované.

- **Granulocyty**

GPK - granulocyty z plné krve / ozářené

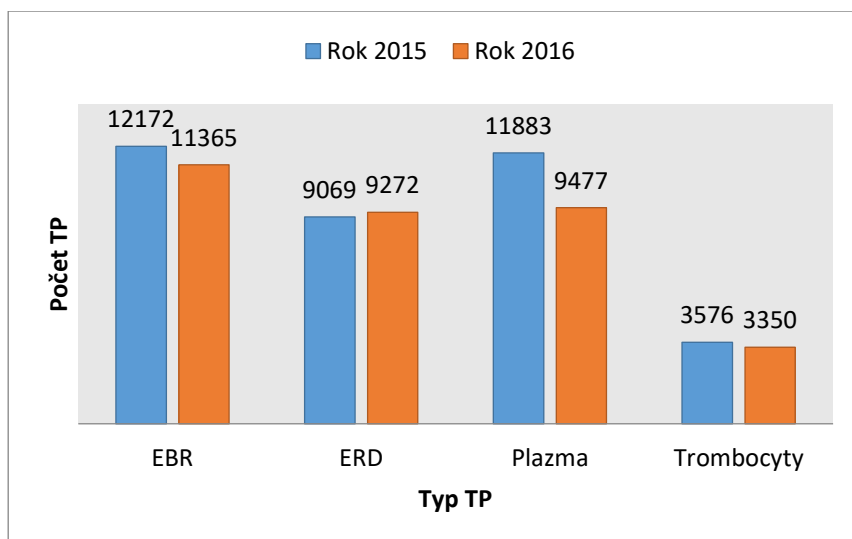
- **Autotransfuze**

AUTOTR – EBR – autotransfuze erytrocyty bez buffy coatu resuspendované

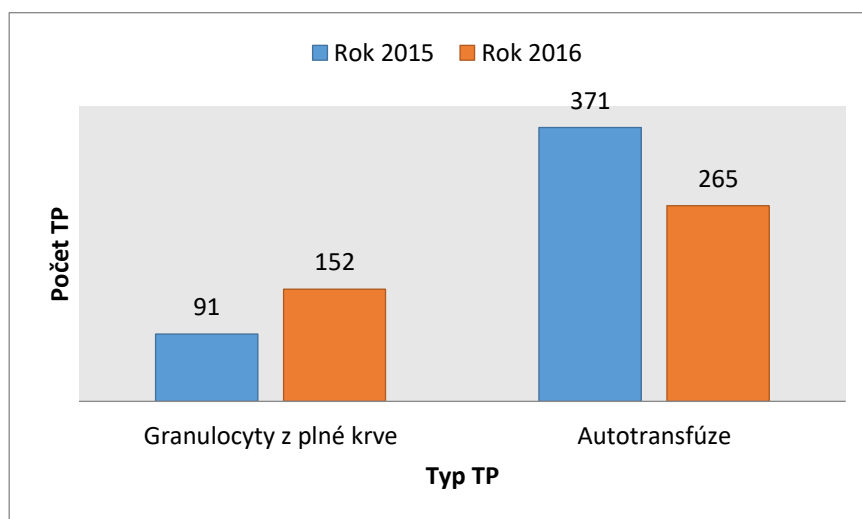
AUTOTR – PK - autotransfuze plná krev

Tabulka 10 – Seznam a počet TP podané ve FN Motol za rok 2015 a 2016

Typ TP	Rok 2015	Rok 2016
Erytrocyty bez buffy-coatu / resuspendované	12 172	11 365
Erytrocyty deleukotizované	9 069	9 272
Plazma	11 883	9 447
Trombocyty	3 576	3 350
Granulocyty z plné krve	91	152
Autotransfuze	371	265
Celkem všechny TP	36 797	33 656

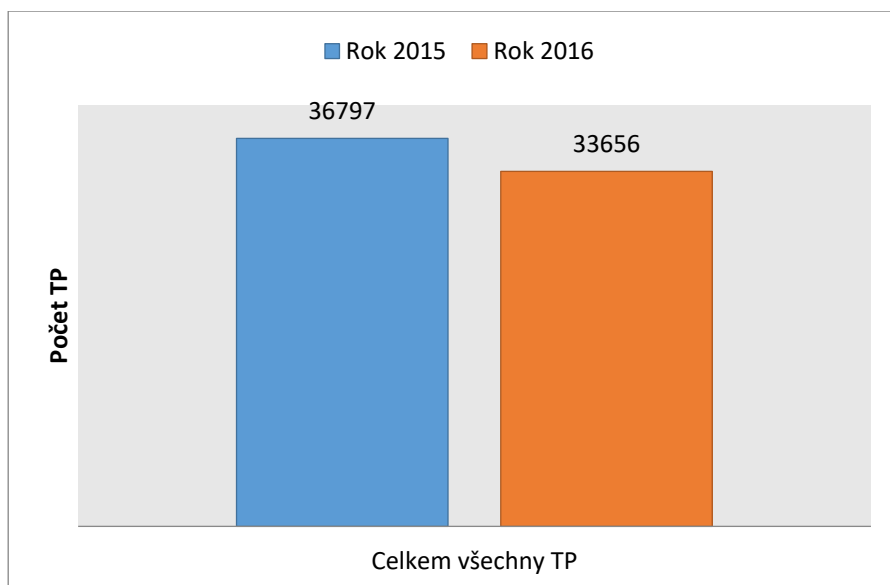


Obrázek 17 – Typy a počet TP aplikované ve FN Motol za rok 2015 a 2016 (1/2)

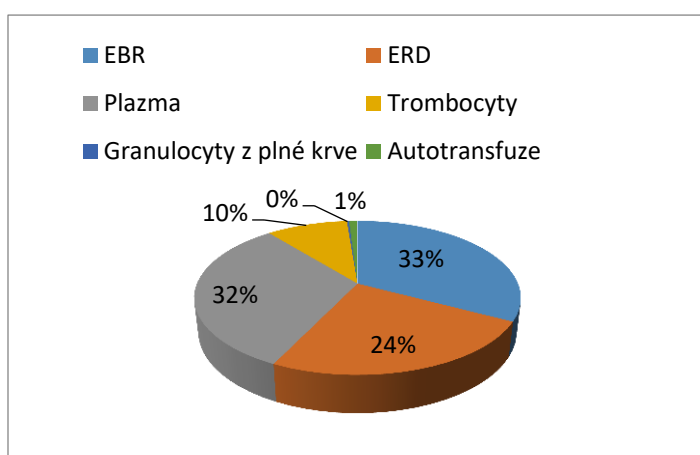


Obrázek 18 – Typy a počet TP aplikované ve FN Motol za rok 2015 a 2016 (2/2)

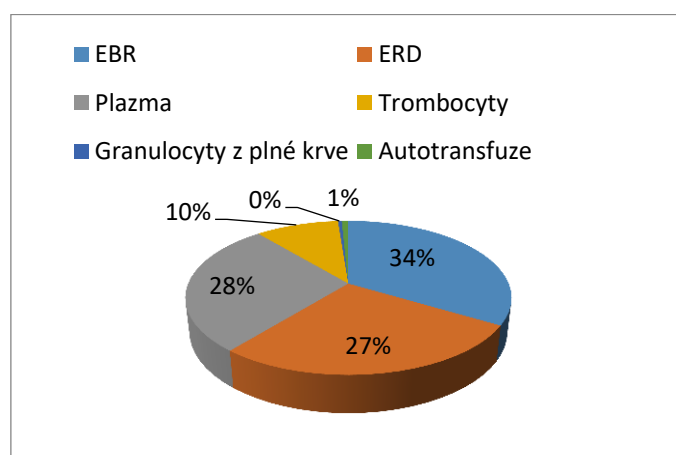
Na obrázku 17 a 18 jsou vyobrazeny druhy TP podané ve FN Motol za rok 2015 a 2016. K jednotlivým TP jsou přiřazené jejich celkové počty aplikací. Nejvíce v obou letech byla spotřeba EBR, dále plazmy, ERD, trombocytů a poté s hodnotami pod 400 aplikovaných TP byly autotransfúze a granulocyty z plné krve. Významný pokles lze zaznamenat u počtu autologních přípravků a to o necelých 30 % a dále plazma s 20 % menší spotřebou v roce 2016. Celkově se podalo v roce 2016 o necelých 3 000 přípravků méně než v předchozím roce.



Obrázek 19 – Počet TP aplikovaných ve FN Motol za rok 2015 a 2016



Obrázek 20 - TP aplikované ve FN Motol za rok 2015



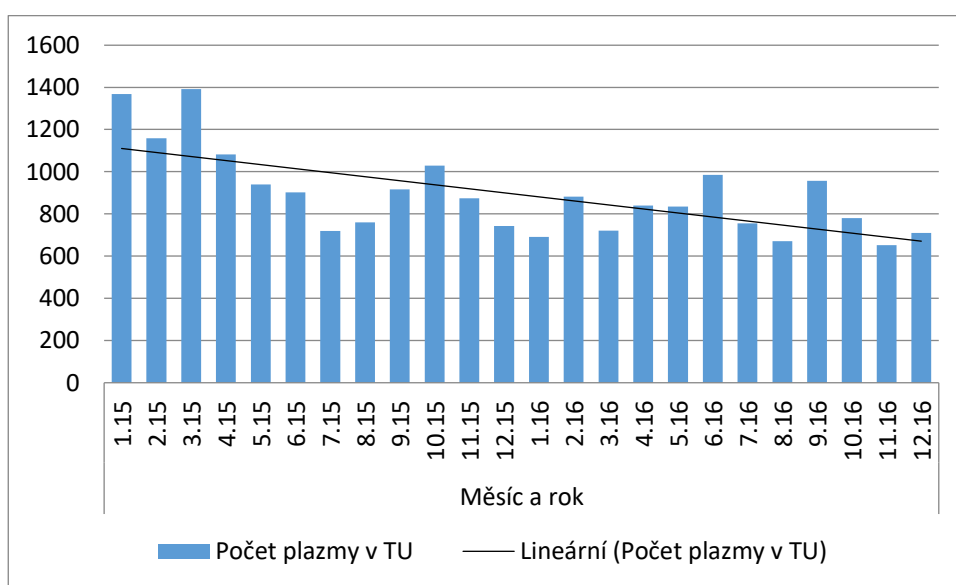
Obrázek 21 – TP aplikované ve FN Motol za rok 2016

Na grafech je znázorněn procentuální podíl jednotlivých TP podaných ve FN Motol za rok 2015 a za rok 2016. Spotřeba plazmy za rok 2015 činila 32 % z celkového výdeje TP a za rok 2016 o 4 % méně, tedy 28 % z celkové spotřeby TP.

Spotřeba krevní plazmy

Tabulka 11 – Spotřeba plazmy v TU ve FN Motol za rok 2015 a 2016

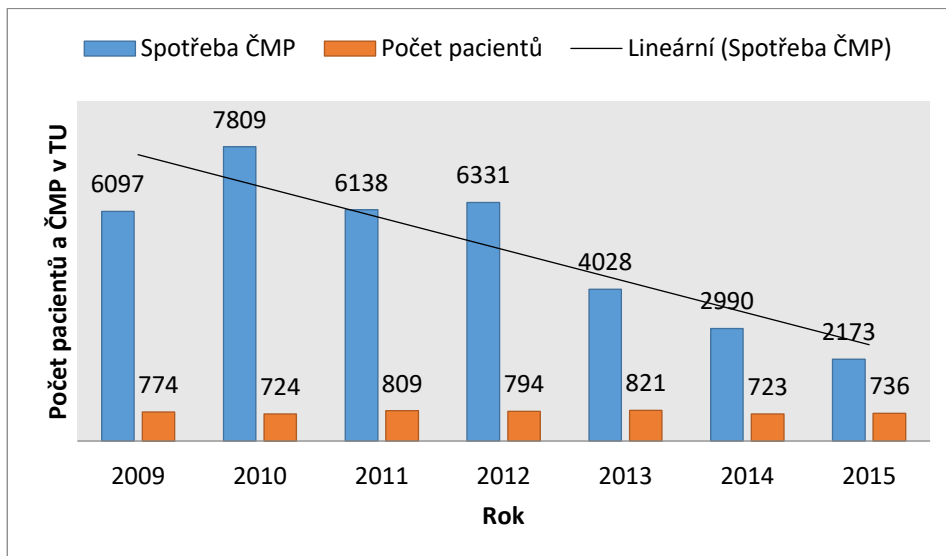
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
2015	1 368	1 159	1 392	1 082	940	902	719	760	916	1 029	874	742
2016	691	882	720	840	835	985	755	670	957	780	652	710



Obrázek 22 - Plazma aplikovaná ve FN Motol za rok 2015 a 2016

Tabulka 11 udává spotřebu plazmy ve FN Motol za jednotlivé měsíce za rok 2015 a 2016. Na grafu na obrázku 22 jsou vyobrazeny aplikaci plazmy v TU a je přidána lineární spojnice trendu, která znázorňuje pokles její spotřeby. Rozdíl mezi spotřebou v 1. měsíci roku 2015 a ve 12. měsíci roku 2016 je poloviční.

Spotřeba krevní plazmy před a po zavedení metody ROTEM do běžné praxe



Obrázek 23 – Spotřeba ČMP a počet pacientů za období roku 2009 – 2015

Podle studie na Klinické anesteziologii, resuscitaci a intenzivní medicíny 2. LF_UK a FM Motol je sestaven graf podle počtu pacientů, kterým byla indikována a podána plazma. (viz kazuistika)

Tento graf nám také znázorňuje pokles spotřeby plazmy. Počet pacientů ve všech letech je téměř stejný oproti podané plazmě. Podle následujícího grafu je patrné, že po zavedení metody ROTEM do běžné praxe se výrazně snížila spotřeba ČMP. A to do období 2015 až o 2/3.

5.3 Potransfuzní reakce ve FN Motol

Potransfuzní reakce za rok 2015

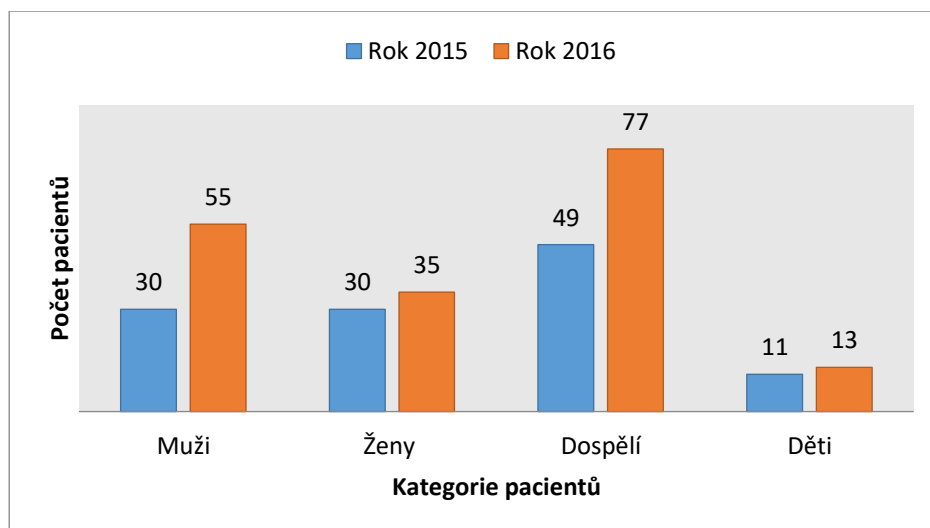
Tabulka 12 – Přehled pacientů s potransfuzními reakcemi a TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015

Věk	Dospělí		Děti do 18 let	
Počet	49		11	
Pohlaví	Muži		Ženy	
Počet	30		30	
Celkem	60			
Typ TP	P	TAD	EBR	ERD
Počet	28	2	19	12

Potransfuzní reakce za rok 2016

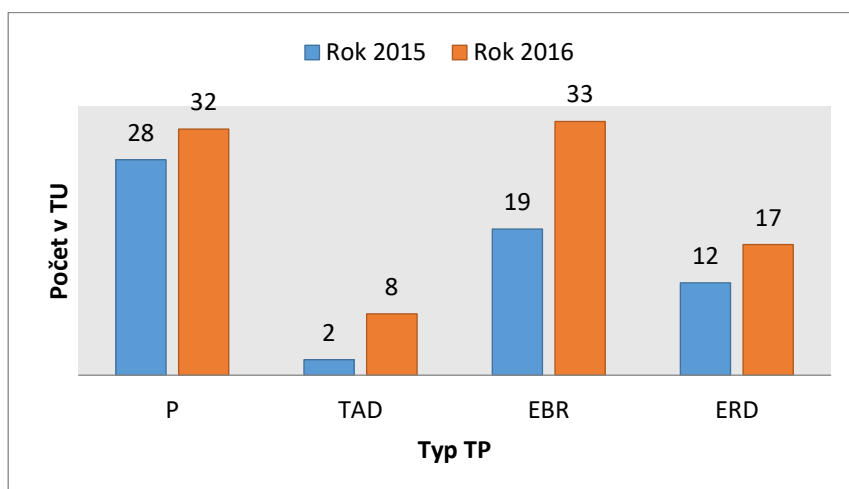
Tabulka 13 – Přehled pacientů s potransfuzními reakcemi a TP, po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2016

Věk	Dospělí		Děti	
Počet	77		13	
Pohlaví	Muži		Ženy	
Počet	55		35	
Celkem	90			
Typ TP	P	TAD	EBR	ERD
Počet	32	8	33	17

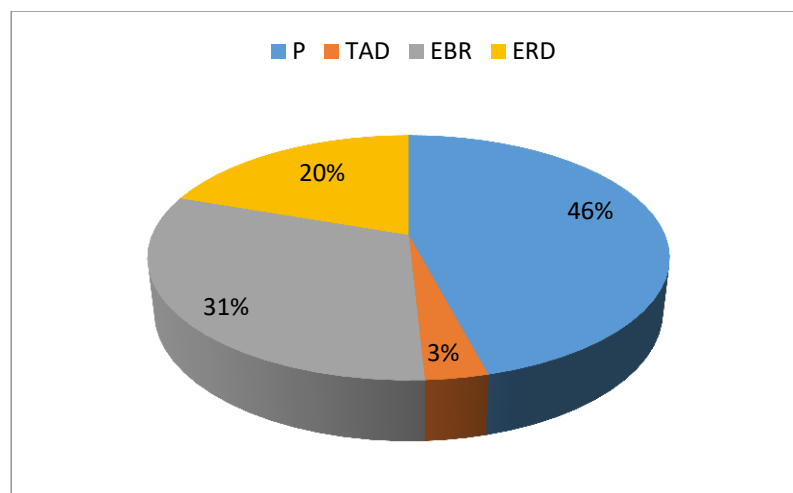


Obrázek 24 - Rozdělení pacientů s potransfuzními reakcemi za rok 2015 a 2016

Nejfrekventovanější potransfuzní reakce byly celkově za rok 2015 a 2016 u dospělých mužů. V roce 2015 se vyskytovaly potransfuzní reakce se stejným počtem u mužů i žen. V roce 2016 se potransfuzní reakce ve všech uvedených kategoriích vyskytovaly častěji. Nejpočetnější nárůst reakcí po transfuzi byl jak u mužů, tak u dospělých pacientů.

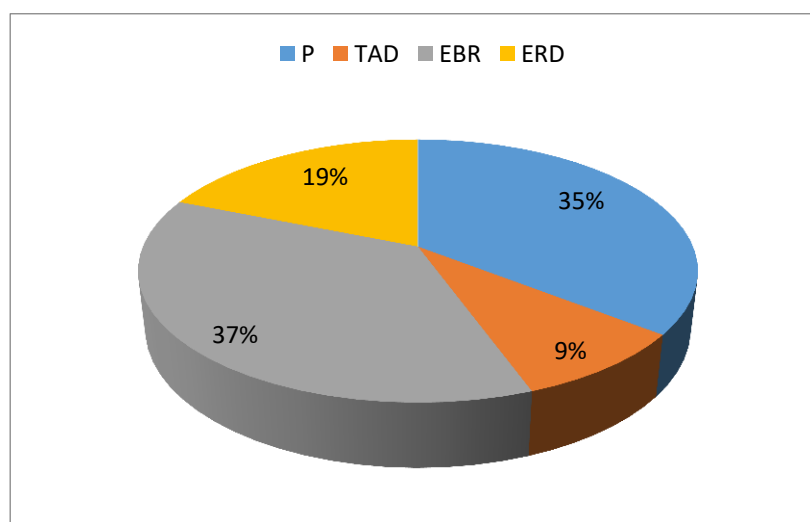


Obrázek 25 - TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015 a 2016



Obrázek 26 - Typy TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015

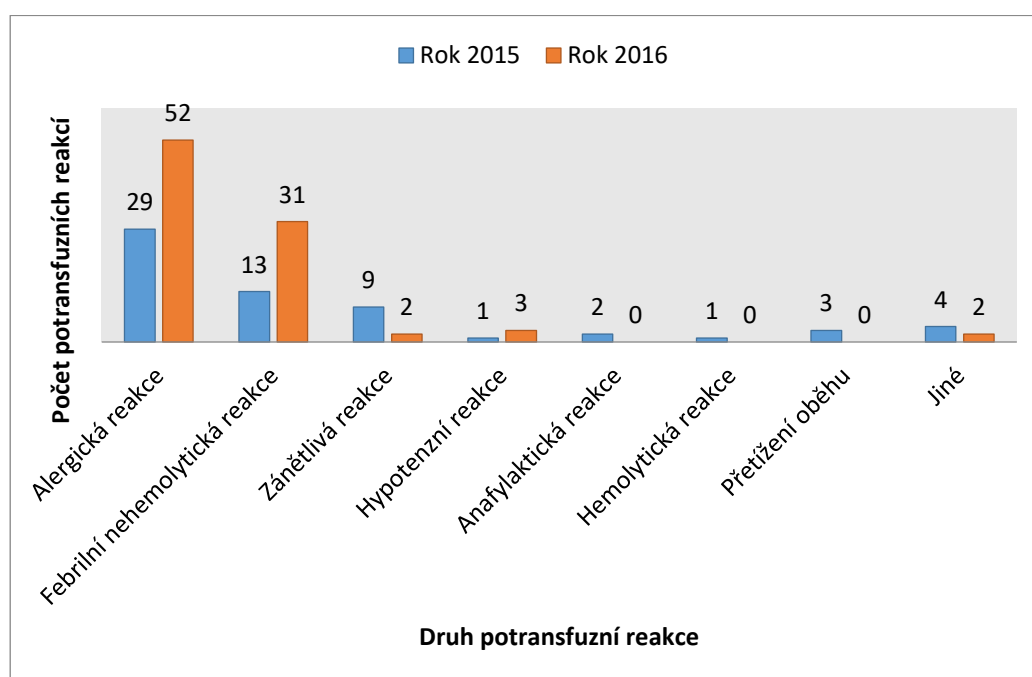
Graf ukazuje, že potransfuzní reakce za rok 2015 nejčastěji nastávaly po podání plazmy a to ze 46 %, dále se četně potransfuzní reakce vyskytovaly po podání EBR, z 20 % nastaly po transfuzi ERD a nejméně často jen z 3 % se objevily po podání TAD.



Obrázek 27 - Typy TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2016

Na grafu je vyobrazeno procentuální zastoupení TP, po nichž v roce 2016 nastaly potransfuzní reakce. Nejčetněji v roce 2016 nastávaly oproti předchozímu roku po podání EBR a to z 37 %, hned za tím z 35 % po podání plazmy, dále po aplikaci ERD a opět nejméně často, ale o 6 případů více oproti předchozímu roku se objevily po podání TAD.

Graf na obrázku 28 poskytuje přehled potransfuzních reakcí, které nastaly ve FN Motol za rok 2015 a 2016. V grafu jsou znázorněny druhy reakcí po transfuzi a jejich počet projevů u pacientů. V obou letech byly nejfrekventovanější alergické reakce po transfuzi a dále febrilní nehemolytické reakce.



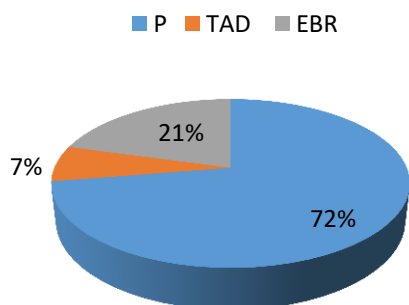
Obrázek 28 - Potransfuzní reakce ve FN Motol za rok 2015 a 2016

Alergická reakce

Tabulka 14 – TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly alergické potransfuzní reakce

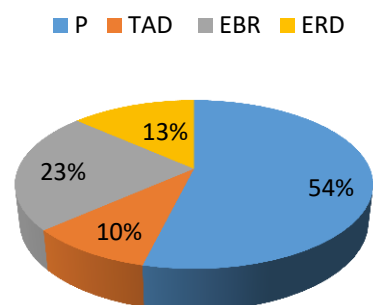
Typ TP	Počet v TU	
	Rok 2015	Rok 2016
P	21	28
TAD	2	5
EBR	6	12
ERD	0	7

Alergická reakce 2015



Obrázek 29 - Alergické reakce za rok 2015

Alergická reakce 2016



Obrázek 30 - Alergické reakce za rok 2016

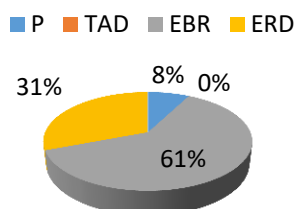
Na obrázku číslo 29 a 30 jsou znázorněny alergické reakce, které se objevily u pacientů po podání plazmy, TAD, EBR a v roce 2016 nastaly i po aplikaci ERD. Nejčastěji se alergické potransfuzní reakce objevily po podání plazmy a to více jak z poloviny všech alergických reakcí pro daný rok.

Febrilní nehemolytické reakce

Tabulka 15 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly febrilní nehemolytické potransfuzní reakce

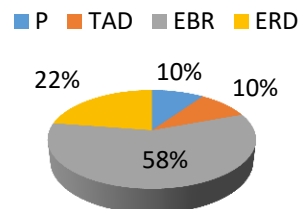
Typ TP	Počet v TU	
	Rok 2015	Rok 2016
P	1	3
TAD	0	3
EBR	8	18
ERD	4	7

Febrilní nehemolytická reakce 2015



Obrázek 31 – Febrilní nehemolytické reakce za rok 2015

Febrilní nehemolytická reakce 2016



Obrázek 32 – Febrilní nehemolytické reakce za rok 2016

Febrilní hemolytické reakce po transfuzi za rok 2015 i za rok 2016 nastaly u více než poloviny pacientů po podání TP EBR. Další reakce nastaly po podání ERD a plazmy. V roce 2016 přibýly u 3 pacientů febrilní hemolytické reakce po podání TAD.

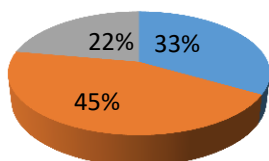
Zánětlivá reakce

Tabulka 16 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly zánětlivé potransfuzní reakce

Typ TP	Počet v TU	
	Rok 2015	Rok 2016
P	3	1
EBR	4	1
ERD	2	0

Zánětlivá reakce 2015

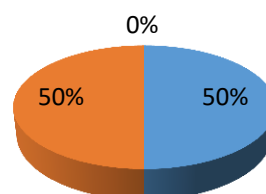
■ P ■ EBR ■ ERD



Obrázek 33 – Zánětlivé reakce za rok 2015

Zánětlivá reakce 2016

■ P ■ EBR ■ ERD



Obrázek 34 - Zánětlivé reakce za rok 2016

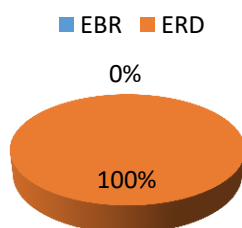
Zánětlivé potransfuzní reakce nastaly v roce 2015 a 2016 u 11 pacientů po podání transfuze. Za rok 2015 vznikly nejčastěji po aplikaci EBR, poté po plazmě a u 2 pacientů se projevíly po podání ERD. V roce 2016 byl zaznamenán jeden případ po podání EBR a jeden po podání plazmy.

Hypotenzní reakce

Tabulka 17 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly hypotenzní potransfuzní reakce

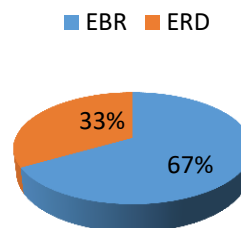
Typ TP	Počet v TU	
	Rok 2015	Rok 2016
EBR	0	2
ERD	1	1

Hypotenzní reakce 2015



Obrázek 35 – Hypotenzní reakce za rok 2015

Hypotenzní reakce 2016



Obrázek 36 – Hypotenzní reakce za rok 2016

V roce 2015 a 2016 nastala vždy jedna hypotenzní reakce po transfuzi u pacienta, kterému byl podán TP s ERD. V roce 2016 měl však větší podíl potransfuzní reakce TP s EBR.

Anafylaktická reakce

Tabulka 18 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly anafylaktické potransfuzní reakce

Typ TP	Počet v TU	
	Rok 2015	Rok 2016
P	2	0

V roce 2015 byly zaznamenány dvě anafylaktická reakce po transfuzi u pacientů, jimž byla podána plazma.

Další potransfuzní reakce

Tabulka 19 – Počet a druh dalších potransfuzních reakcí za rok 2015 a 2016

Typ potransfuzní reakce	Počet potransfuzních reakcí	
	Rok 2015	Rok 2016
Hemolytická reakce	1	0
Přetížení oběhu	3	0
Jiné	4	2

Za rok 2015 prodělali tři pacienti přetížení oběhu, nastala jedna hemolytická reakce a čtyři pacienti měli reakci po transfuzi z jiných příčin. Za rok 2016 nastaly u dvou pacientů potransfuzní reakce z jiných příčin.

5.4 Neshody v preanalytické fázi na OKB FN Motol

Neshody za rok 2015

Tabulka 20 – Přehled neshod za rok 2015 ve FN Motol

Typ neshod	Počet
Chybějící údaje na žádance (ID pac., ZP, DG, ZP, požad. vyš. apod.)	2
Nečitelně (neúplně) označený biologický materiál	12
Nedostatečné množství biologického materiálu	2
Neoznačená nádobka s biologickým materiálem	50
Neoznačený nebo chybně označený materiál dodán bez žádanky	1
Neshoda v KS na OKB a při ověření vzorku pacienta	1
Neshodná identifikace na Žádance k výdeji transfuzního přípravku	4
Neshodná identifikace pacienta - generované rodné číslo	1
Neshodná identifikace pacienta vzorek x žádanka	73
Neshodná identifikace s oddělením	1
Neshodná nebo nedostatečná ID pacienta na vzorku pupečnickové krve	13
Nesprávný transport biologického materiálu	1
Nevhodná nádobka (odběrová souprava) s biologickým materiálem	4
Prázdná nádobka na biologický materiál	1
Špatně označená nádobka s biol. materiálem	5
Telefonicky změněna identifikace pacienta	3
Zaslán hemolytický vzorek	1
Zaslán neplatný formulář	1
Zaslána výdejka místo žádanky o imuno hematologické vyšetření	2
Záměna vzorku pacienta	2
Žádanka znečištěna biologickým materiálem	2
Celkem	182

Neshody pro rok 2016

Tabulka 21 - Přehled neshod za rok 2016 ve FN Motol

Typ neshod	Počet
Nečitelně (neúplně) označený biologický materiál	9
Nedostatečně vyplněná vratka k vrácení transfuzního přípravku	1
Neoznačená nádobka s biologickým materiálem	37
Neshodná identifikace pacienta vzorek x žádanka	56
Nevhodná nádobka (odběrová souprava) s biologickým materiálem	9
Zaslána výdejka místo žádanky o imunohematologické vyšetření	1
Záměna vzorku pacienta	2
Celkem	115

6 DISKUZE

V této bakalářské práci jsem se věnovala předtransfuznímu vyšetření a systému aplikace transfuzních přípravků (TP) ve FN Motol. Cílem předtransfuzního vyšetření je primárně zajistit příjemci co nejvíce kompatibilní TP a minimalizovat nežádoucí účinky transfuze. Vyšetření se provádí nejčastěji pomocí sérologických metod, které zahrnují minimálně stanovení krevní skupiny, screening antierytrocytárních protilátek a test kompatibility před transfuzí erytrocytů.

Cílem hemoterapie je zajistit maximální a co nejbezpečnější léčbu transfuzními přípravky a krevními deriváty s minimálním ohrožením pacienta vedlejšími účinky. S každou transfuzí úzce souvisí i riziko potransfuzní reakce, které jsou definovány jako všechny neočekávané nežádoucí účinky. Podle doby projevu se rozlišují potransfuzní reakce na akutní a pozdní. Akutní potransfuzní reakce nastávají do 24 hodin od podání transfuze a pozdní v době 24 hodin nebo několik dní až týdnů od podání transfuze. A v neposlední řadě je uveden systém prevence a řešení neshod v preanalytické fázi souvisejících s bezpečím pro pacienta a bezpečnou hemoterapií.

V praktické části bakalářské práce jsem se věnovala základním informacím k provedení předtransfuzního vyšetření ve FN Motol, dále jsem uvedla typy TP používaných k aplikaci transfuze ve FN Motol. Popsala jsem stručně výskyt potransfuzních reakcí, neshod a nežádoucích událostí v preanalytické fázi, které úzce souvisí s bezpečnou hemoterapií.

Statisticky jsem uvedla přehled laboratorních metod prováděných na Oddělení krevní banky ve FN Motol za rok 2015 a 2016. Počty jednotlivých vyšetření se mezi oběma obdobími výrazně neměnily. Nejčastěji se prováděl test kompatibility, za každý rok v součtu více než 40 000 vyšetření, o polovinu méně se prováděl screening antierytrocytárních protilátek.

V další kapitole jsem zjišťovala frekvenci podaných transfuzních přípravků dospělým i dětským pacientům ve FN Motol za období od 1. září 2015 do 31. prosince 2016. Na obrázcích 17 a 18 jsem vyobrazila druhy TP podané ve FN Motol. Na dolní osu x jsem rozdělila druhy TP a na svislou osu y jsem přiřadila hodnoty v TU k jednotlivým TP. Největší zastoupení ve spotřebě v obou letech měly TP EBR, dále plazmy, ERD, trombocytů a poté byly autotransfuze a granulocyty z plné krve. V běžné praxi jsou TP EBR nejpoužívanější erytrocytární transfuzní přípravky. Jen samotné EBR zaujímaly 1/3 ze všech podaných TP, a to jak v roce 2015, tak v roce 2016. Rozdíl podaných TP za rok 2015 a 2016 byl o zhruba 3 000 přípravků méně za rok 2016.

Nejzajímavější výsledky poskytlo porovnávání spotřeby krevní plazmy, v roce 2016 byla spotřeba o 20 % nižší než v předchozím roce 2015. Proto jsem tedy dále uvedla počet spotřeby krevní plazmy za jednotlivé měsíce roku 2015 a 2016 a sestrojila graf, který svojí spojnicí trendu podání plazmy ukazuje, že od 1. měsíce 2015 do 12. měsíce 2016 spotřeba výrazně klesá a ukazuje, že v 1. měsíci 2015 se podalo o polovinu více TP plazmy než ve 12. měsíci roku 2016.

Kazuistika:

Zkoumaný počet spotřeby čerstvě mražené plazmy byl za období od roku 2009 do roku 2015, tedy v období před a po, kdy se ROTEM uvedl do rutinního použití. Studie počtu jednotek ČMP a pacientů byla provedena na Klinice anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 2. LF_UK a FN Motol. Počet a charakter pacientů se v jednotlivých letech obzvlášť nelišil. V první etapě - od roku 2009 do roku 2012, byla indikace podání ČMP lékařem učiněna na základě stavu pacienta a vyhodnocení testů APTT/PT, které měly hodnotu INR vyšší jak 1,2. V druhé etapě - od roku 2013 do roku 2015, lékař provedl vždy na základě klinického obrazu pacienta a INR vyšší jak 1,2 vyšetření pomocí ROTEM. Lékař po provedení metody ROTEM zvážil podání ČMP pacientovi. (22)

Tabulka 22 - Přehled spotřeby ČMP za období bez ROTEM (2009-2012) a po implementaci ROTEM do denní práce (2013-2015); upraveno podle (22)

Období	Spotřeba ČMP v TU	Počet pacientů
2009	6 097	774
2010	7 809	724
2011	6 138	809
2012	6 331	794
2013	4 028	821
2014	2 990	723
2015	2 173	736

Nedávná kazuistika vystihuje stejné téma sestupného trendu v podání krevní plazmy, kterému jsem se v práci věnovala. Podle hodnot v tabulce 22 jsem sestavila graf pro vizuální představení poklesu spotřeby plazmy, který se nachází na obrázku 23.

S transfuzí krve úzce souvisí i riziko potransfuzní reakce, uvedla jsem seznam reakcí po transfuzi u pacientů rozříděných do základních kategorií. Na grafu na obrázku 24, můžeme pozorovat jednotlivé frekvence výskytu reakcí po transfuzi u mužů a žen, u dětí a dospělých pacientů v roce 2015 a 2016. Nejčastěji potransfuzní reakce nastaly celkově za rok 2015 a 2016 u mužů a u dospělých pacientů. V roce 2015 prodělali potransfuzní reakce se stejným počtem muži i ženy. V roce 2016 se potransfuzní reakce vyskytovaly častěji. Další statistické znázornění na grafu 25 odpovídá typům TP, po nichž reakce po transfuzi nastaly. Výška sloupců odpovídá četnosti výskytu reakce u pacientů. Z grafu je patrné, že nejčastěji potransfuzní reakce za rok 2015 a 2016 nastaly po podání plazmy i přesto, že v roce 2016 byly nejčastější nežádoucí reakce po podání EBR.

Dále jsem uvedla druhy potransfuzních reakcí a pro porovnání jsem použila grafy, které znázorňují četnost TP, po kterém daná reakce nastala, první za rok 2015 a druhý za rok 2016. V obou letech byly nejfrekventovanější alergické potransfuzní reakce a dále febrilní nehemolytické potransfuzní reakce. Frekvenci TP způsobující reakci po transfuzi jsem vyhodnotila stejným způsobem u potransfuzních reakcí alergických, febrilních nehemolytických, hypotenzních a zánětlivých.

Cílem hemovigilance je organizovaný dohled nad závažnými nežádoucími nebo neočekávanými událostmi nebo reakcemi u příjemců krve a krevních složek. Závěrem uvádím neshody a nežádoucí události související s preanalytickou fází, které se konkrétně staly ve FN Motol za rok 2015 a 2016 a byly zachyceny, zaznamenány a řešeny. Nejčastější za rok 2015 i 2016 byla neshodná identifikace pacienta (vzorek x žádanka) a dále neoznačená nádobka s biologickým materiálem. V případě, že je neoznačená žádanka nebo vzorek, musí se provést nový odběr i vypsání nové žádanky, vzorek se nesmí vracet zpátky na oddělení. Pokud nesedí jen žádanka, záleží na vážnosti situace, pokud chybí např. pouze písmenko, háček nebo čárka, tak to lze doplnit. Nicméně pokud je jiná žádanka a jiný vzorek (např. Novák x Dvořák), musí se provést nový odběr i vypsání nové žádanky. Avšak je to individuální, nelze požadovat vždy nový odběr, zvlášť u dětí.

7 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce se podařilo splnit všechny vytyčené cíle. V teoretické části byly popsány základní pojmy, dále byly popsány základní krevně skupinové systémy, které hrají základní roli při předtransfuzním vyšetření a při vyhledání kompatibilního transfuzního přípravku.

V praktické části mé bakalářské práce jsou v každé kapitole porovnány statistické údaje za rok 2015 a 2016. Zprvu byly porovnány laboratorní metody, jejichž četnost se mezi jednotlivými obdobími výrazně nelišila. Nejfrekventovanější metodou prováděnou při předtransfuzním vyšetření byl test kompatibility. Další statistika zaujímala počty TP aplikovaných ve FN Motol dospělým i dětským pacientům. V této části bakalářské práce byl objasněn dílčí cíl, byly předloženy statistické údaje a grafy vysvětlující sestupný trend spotřeby krevní plazmy.

V praktické části byly následně porovnány potransfuzní reakce za rok 2015 a 2016. U nejčastěji se vyskytujících potransfuzních reakcí byla za obě období porovnána četnost transfuzních přípravků, po nichž potransfuzní reakce nastaly. Závěrečným porovnáním obou období byl výčet neshod a nežádoucích událostí souvisejících s preanalytickou fází, které byly zaznamenány na Oddělení krevní banky ve FN Motol.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AB0	skupinový systém erytrocytů AB0
ACE	acetylcholin esteráza
AGH	anti-IgG antiglobulinové sérum
APTT	aktivovaný parciální tromboplastinový čas
AUTOTR-EBR	autotransfuze erytrocyty bez buffy-coatu, resuspendované
AUTOTR-PK	autotransfuze plné krve
BC	buffy-coat
ČMP	čerstvě mražená plazma
DIC	diseminovaná intravaskulární koagulace
E.M.	aglutinační metoda
EA, EAR, EAD	erytrocyty z aferézy (resuspendované, deleukotizované)
EB	erytrocyty bez buffy-coatu
EBR	erytrocyty bez buffy-coatu, resuspendované
ED	erytrocyty deleukotizované
EK	erytrocyty kryokonzervované
EP	erytrocyty promyté
ER	erytrocyty resuspendované
ERD	erytrocyty resuspendované, deleukotizované
FN Motol	Fakultní nemocnice v Motole
Fy^a	antigen systému Duffy (a)
Fy^b	antigen systému Duffy (b)
Hb	hemoglobin
HLA	hlavní lidský histokompatibilní antigen
Ht	hematokrit
HV	hemovigilance
i.v.	intravenózní aplikace
Ig	imunoglobulin

INR	international normalised ratio
Jk^a	antigen systému Kidd (a)
KS	krevní skupina
LF UK	lékařská fakulta Univerzity Karlovy
LISS	roztok o nízké iontové síle
MHC	hlavní histokompatibilní komplex
ml	mililitr; jednotka objemu
NAT	nepřímý antiglobulinový test
OKB	Oddělení krevní banky
P	plazma
PA	plazma z aferézy
PAT	přímý antiglobulinový test
PEG	polyethylenglykol
PT	protrombinový čas
Rh	skupinový systém erytrocytů Rhesus
RhD	antigen D systému Rh
ROTEM	rotační tromboelastometrie
SA	sloupcová aglutinace
SAGM	resuspenzní roztok
TA-GvHD	transfuzí asociovaná nemoc štěpu proti hostiteli
TA, TAD	trombocyty z aferézy (deleukotizované)
TACO	oběhové přetížení v důsledku podání transfuzního přípravku
TAT	doba odezvy
TCR	receptor lymfocytů T pro antigen
TP	transfuzní přípravek
TRALI	potransfuzní reakce
TTP	trombotická trombocytopenická purpura
TU	transfuzní jednotka

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. PROCHÁZKOVÁ, Renata a Lenka ŘEHOŘOVÁ. *Klinická transfuziologie pro všeobecné sestry*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 9788073726768.
2. PENKA, Miroslav a Eva SLAVÍČKOVÁ. *Hematologie a transfuzní lékařství*. Praha: Grada, 2012. ISBN 9788024734606.
3. HOŘEJŠÍ, Václav. *Základy imunologie*. 5. vyd. Praha: Triton, 2013. ISBN 9788073877132.
4. SAKALOVÁ, Adriena a Tomáš LIPŠIC. *Hematológia a transfuziológia: teória a cvičenia*. Martin: Osveta, 1995. ISBN 8021704446.
5. Imunochemické metody. *Docplayer* [online]. 2017 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/11622162-Evropsky-socialni-fond-praha-eu-investujeme-do-vasi-budoucnosti-imunochemicke-metody.html>
6. Engelfriet, C. P., Meulenbroek, A. J., et al. *Imunohematologie*. 1. vydání. Amsterdam: Sanquin Blood Supply Foundation, 2003. 142 s. ISBN 90-5267-029-3.
7. DANIELS, Geoff. *Human blood groups*. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Science, 2002. ISBN 0-632-056460.
8. Krevní skupiny. *Masarykova univerzita – Mendelovo muzeum* [online]. 2011 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: https://mendelmuseum.muni.cz/aplikace/mmMendelovoMuzeum/KrevniSkupiny/lang_cs/system-AB0.html
9. Table of blood group antigens. *International Society of Blood Transfusion* [online]. Amsterdam: ISBT Central Office [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.isbtweb.org/>
10. Sbírka zákonů ČR: *Zákon č. 378/2007 Sb. (zákon o léčivech)*, vyhl. č. 143/2008 Sb. (vyhláška o lidské krvi).

11. ŘEHÁČEK, Vít a Jiří MASOPUST. Transfuzní lékařství. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024745343.
12. DOBROTOVÁ, Miroslava a Peter KUBISZ. Hematológia a transfuziológia: učebnica. Praha: Grada, 2006. ISBN 8080900000.
13. *Seznam vyráběných transfuzních přípravků*. Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, 2007.
14. COUNCIL OF EUROPE. *Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components: recommendation no. R (95) 15*. 16th ed. Strasbourg: European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare, 2011. ISBN 9789287170224.
15. *Přehled transfuzních přípravků*. Fakultní nemocnice v Motole, 2009.
16. Screeningové vyšetření protilátek proti erytrocytům. *Labtest* [online]. 2017 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://www.labtestsonline.cz/tests/Antiglobulin_Indirect.html?tab=3#1
17. Doporučení Společnosti pro transfuzní lékařství ČLS JEP č. STL2015_12 ze dne 1. 9. 2015. *Doporučené postupy pro podání transfuzních*. Dostupné z: <<http://www.transfuznispolecnost.cz/dokumenty.php>>.
18. Doporučení Společnosti pro transfuzní lékařství ČLS JEP č. STL2011_07 ze dne 1. 3. 2011. *Základní imunohematologické laboratorní vyšetření červené řady – Obecné zásady a technické postupy*. Dostupné z: <<http://www.transfuznispolecnost.cz/dokumenty.php>>.
19. *Clinical Biology and Medical Microbiology Blog* [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://medimic.blogspot.cz/2014/05/transfusion_23.html
20. *Aplikace transfuzních přípravků a krevních derivátů*. Fakultní nemocnice v Motole, 2009.
21. ŠÁMALOVÁ, Lenka, ed. *Klinické použití krve: příručka*. Praha: Grada, 2002. ISBN 8024702681.
22. *Transfuze a hematologie dnes: Časopis společnosti pro transfuzní lékařství a České hematologické společnosti*. 2016, **3/22**.

23. Sbírka zákonů ČR: *Zákon o specifických zdravotních službách*, Zákon č. 373/2011 Sb. In: . 2011, ročník 2011, číslo 373.
24. *Potransfuzní reakce*. Fakultní nemocnice v Motole, 2009.
25. Related products. GRIFOLS [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z:
(<https://www.grifols.com/en/web/spain/diagnostics/-/product/dg-gel-cards>)
26. LABORATORNÍ PŘÍRUČKA: Oddělení krevní banky. Fakultní nemocnice v Motole, 2006.
27. *Automatický imunohematologický analyzátor Erytra*. Fakultní nemocnice v Motole, 2015.
28. BUNEŠOVÁ, Martina a Anna SKALICKÁ. *Pracovní postup - preanalytická fáze laboratorního vyšetření*. Praha: Česká asociace sester, 2008. Pracovní postupy. ISBN 9788072625741.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Interakce antigen-protilátka; upraveno podle	13
Obrázek 2 – AB0 systém	15
Obrázek 3 – Přímá a nepřímá aglutinace.....	26
Obrázek 4 - Sloupcová aglutinace.....	27
Obrázek 5 - NAT	29
Obrázek 6 - Laboratorní stůl.....	42
Obrázek 8 – Krevní skupina novorozence	43
Obrázek 7 – Krevní skupina.....	43
Obrázek 9 - Stanovení antigenů systémů Rh a Kell	44
Obrázek 10 – NAT (Screening protilátek, test kompatibility).....	44
Obrázek 11 - Detekce protilátek proti erytrocytům v enzymovém testu	45
Obrázek 12 – PAT	46
Obrázek 13 – Analyzátor Erytra	47
Obrázek 14 - Vybrané metody ve FN Motol za rok 2015 a 2016	52
Obrázek 15 – Laboratorní metody za rok 2015	52
Obrázek 16 - Laboratorní metody za rok 2016.....	53
Obrázek 17 – Typy a počet TP aplikované ve FN Motol za rok 2015 a 2016 (1/2)..	55
Obrázek 18 – Typy a počet TP aplikované ve FN Motol za rok 2015 a 2016 (2/2).	55
Obrázek 19 – Počet TP aplikovaných ve FN Motol za rok 2015 a 2016	56
Obrázek 20 - TP aplikované ve FN Motol za rok 2015.....	56
Obrázek 21 – TP aplikované ve FN Motol za rok 2016.....	56
Obrázek 22 - Plazma aplikovaná ve FN Motol za rok 2015 a 2016.....	57
Obrázek 23 – Spotřeba ČMP a počet pacientů za období roku 2009 – 2015.....	58
Obrázek 24 - Rozdělení pacientů s potransfuzními reakcemi za rok 2015 a 2016.	60
Obrázek 25 - TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015 a 2016.....	60
Obrázek 26 - Typy TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015.....	61

Obrázek 27 - Typy TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2016.....	61
Obrázek 28 - Potransfuzní reakce ve FN Motol za rok 2015 a 2016.....	62
Obrázek 29 - Alergické reakce za rok 2015.....	63
Obrázek 30 - Alergické reakce za rok 2016.....	63
Obrázek 31 – Febrilní nehemolytické reakce za rok 2015.....	64
Obrázek 32 – Febrilní nehemolytické reakce za rok 2016.....	64
Obrázek 33 – Zánětlivé reakce za rok 2015.....	65
Obrázek 34 - Zánětlivé reakce za rok 2016.....	65
Obrázek 35 – Hypotenzní reakce za rok 2015.....	66
Obrázek 36 – Hypotenzní reakce za rok 2016.....	66

11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – Minimální intervaly mezi jednotlivými odběry a maximální povolená množství pro odběr jednotlivých krevních složek	17
Tabulka 2 – Přehled erytrocytárních koncentrátů	19
Tabulka 3 – Podmínky skladování TP	21
Tabulka 4 - Výběr erytrocytů s ohledem na nález specifické protilátky.....	24
Tabulka 5 - Erytrocyty – AB0 kompatibilita	29
Tabulka 6 - Plazma – AB0 kompatibilita	30
Tabulka 7 - RhD kompatibilita.....	30
Tabulka 8 - Přehled nežádoucích událostí.....	40
Tabulka 9- Přehled laboratorních metod prováděné ve FN Motol za rok 2015 a 2016.....	51
Tabulka 10 – Seznam a počet TP podané ve FN Motol za rok 2015 a 2016.....	54
Tabulka 11 – Spotřeba plazmy v TU ve FN Motol za rok 2015 a 2016	57
Tabulka 12 – Přehled pacientů s potransfuzními reakcemi a TP po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2015	59
Tabulka 13 – Přehled pacientů s potransfuzními reakcemi a TP, po nichž nastaly potransfuzní reakce za rok 2016	59
Tabulka 14 – TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly alergické potransfuzní reakce.....	63
Tabulka 15 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly febrilní nehemolytické potransfuzní reakce.....	64
Tabulka 16 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly zánětlivé potransfuzní reakce.....	65
Tabulka 17 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly hypotenzní potransfuzní reakce.....	66
Tabulka 18 - TP po nichž v roce 2015 a 2016 nastaly anafylaktické potransfuzní reakce.....	67

Tabulka 19 – Počet a druh dalších potransfuzních reakcí za rok 2015 a 2016	67
Tabulka 20 – Přehled neshod za rok 2015 ve FN Motol.....	68
Tabulka 21 - Přehled neshod za rok 2016 ve FN Motol.....	69
Tabulka 22 - Přehled spotřeby ČMP za období bez ROTEM (2009-2012) a po implementaci ROTEM do denní práce (2013-2015)	72

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Žádanka na imunohematologické vyšetření	85
Příloha 2 – Žádanka k výdeji transfuzního přípravku.....	85
Příloha 3 – Zpráva o klinické reakci po transfuzi	86
Příloha 4 – Zpráva o klinické reakci po transfuzi – Laboratorní část	87
Příloha 5 – Průvodka k vrácení TP	88

Příloha 1 – Žádanka na imunohematologické vyšetření (Interní opatření FN Motol)

Žádanka o imunohematologické vyšetření	
Žadatel: 10792 - HOS2 / KDHO stand. 2.stanice	stupeň urgency: statim
tel.: 6425	dodejte na datum:
IČP: 05002390, Odbornost: 4F2	
pozn.k dodání:	
Příjmení a jméno:	
RČ:	
Pojišťovna: 111	
DG: C259	
Podané transfuze: Ano	Porody: 0
Reakce po transfuzích: Ne	Potrasy: 0
Zjištěné protilátky: Ne	Týden gravidity: 0
Léčba jiné:	KS+Rh(D) matky: ?
Požadované vyšetření:	
KS a RH: Ano	EBR: 1 T.U.
Screening ery. protilátek: Ano	EBR: 0 1/2 T.U.
Zkouška kompatibility: Ano	Plazma: 0 T.U.
KS + Rh + PAT (pupečník):	Plazma: 0 1/2 T.U.
Přímý antiglob. test - PAT:	TA - separátor: 0 T.U.
Titrace chladových aglutininů:	TB - buffy-coat: 0 T.U.
Autoprotilátky:	Ozáření: Ano
	Leukofiltr: Ano
	Trombofiltr:
	Autotranfuze: T.U.
Jiné vyš.:	Jiné:
Odebírající sestra:	
Požadující lékař:	
Datum:	

Příloha 2 – Žádanka k výdeji transfuzního přípravku (Interní opatření FN Motol)

Žádanka k výdeji transfuzního přípravku	
Žadatel: 10782 - OTS1 /	Číslo žádanky: 681721236
Tel.: 8833	Transfuzní přípravek dodejte na datum:
IČP: 05002045	Odbornost: 6F6
Poznámka k dodání:	
Příjmení a jméno:	Číslo pojistky:
RČ:	
Pojišťovna: 211	
EBR: 2	T.U.
EBR:	1/2 T.U.
Plazma:	T.U.
Plazma:	1/2 T.U.
TA - Separátor:	T.U.
TB - buffy-coat:	T.U.
Ozáření:	
Leukofiltr:	
Trombofiltr:	
Autotranfuze:	T.U.
Jiné	
Požadující lékař:	
Datum:	Odesláno:



Příloha 3 – Zpráva o klinické reakci po transfuzi (Interní opatření FN Motol)



FAKULTNÍ NEMOCNICE V MOTOLE
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5
Oddělení krevní banky FN Motol

Razítko kliniky (oddělení) včetně IČP, odbornosti a telefonu

ZPRÁVA O KLINICKÉ REAKCI PO TRANSFUZI

Vyplní lékař, který prováděl transfuzi. Zároveň odebere 1 zkumavku nesrážlivé krve od pacienta (u dětí alespoň 3 ml). Dále uzavře dostupnými prostředky krevní vak se zbytkem transfuzního přípravku včetně transfuzního setu. Vyplní formulář „Zpráva o klinické reakci po transfuzi“ a odešle spolu se vzorkem a krevním vakem s transfuzním setem na Oddělení krevní banky.

Jméno a příjmení pacienta

Rodné číslo Zdravotní pojišťovna

Zdravotnické zařízení a oddělení

Diagnóza slovy kód МКН

Indikace k podání transfuzního přípravku

Předtransfuzní imunohematologická anamnéza (především transfuze, porody, aborty, imunizace atd.)

Výsledky vyšetření (povinný údaj):

Teplota před transfuzí Teplota po transfuzi

TK před transfuzí TK po transfuzi

Moč chemicky před transfuzí Moč chemicky po transfuzi

Transfuzní přípravek:

Název (zkratka) a celé číslo podaného transfuzního přípravku

Krevní skupina AB0 Rh(D)

Datum výroby transfuzního přípravku a datum jeho expirace

Datum a hodina podání

Množství aplikovaného přípravku (odhadem)

Doba trvání transfuze

Biologický pokus (zvýšený dozor lékaře v úvodu transfuze) - průběh:

Nežádoucí účinky po transfuzi (za jak dlouho se objevily, popis příznaků, jak dlouho trvaly atd.)

Byla nutná podpora vitálních funkcí? (event. podání léku v souvislosti s potransfuzní reakcí)

Další informace:

Datum

podpis lékaře, který prováděl transfuzi

přednosta (primář) oddělení

Strana 1 z 2

Strana 2 z 2

Příloha 4 – Zpráva o klinické reakci po transfuzi – Laboratorní část
(Interní opatření FN Motol)



FAKULTNÍ NEMOCNICE V MOTOLE
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5
Oddělení krevní banky FN Motol

Zpráva o klinické reakci po transfuzi – Laboratorní část

Příjmení a jméno pacienta:			
Rodné číslo:			
Diagnóza:	Oddělení:	Zdravotní pojišťovna:	

Vyšetření transfuzního přípravku:

Transfuzní přípravek – druh:			
Transfuzní přípravek – číslo:			
Transfuzní přípravek – krevní skupina:			
Ověření krevní skupiny:		souhlasí	
Test hemolýzy:			

Vyšetření vzorku pacienta před transfuzí:

Krevní skupina:	
Screening protiláték:	
Test kompatibility:	
Přímý antiglobulinový test:	

anti-A	A ₁
anti-B	B
anti-AB	
anti-D	
anti-D	
Cd	

Vyšetření vzorku pacienta po transfuzi:

Krevní skupina:	
Screening protiláték:	
Test kompatibility:	
Přímý antiglobulinový test:	

anti-A	A ₁
anti-B	B
anti-AB	
anti-D	
anti-D	
Cd	

Datum:		Vyšetřoval:	
--------	--	-------------	--

Bakteriologické vyšetření:

--

Závěr:

--

Datum:		Podpis lékaře:	
--------	--	----------------	--

Příloha 5 – Průvodka k vrácení TP (Interní opatření FN Motol)



FAKULTNÍ NEMOCNICE V MOTOLE
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5
Oddělení krevní banky FN Motol

.....
Razítko kliniky (oddělení) včetně IČP, odbornosti a telefonu

PRŮVODKA K VRÁCENÍ TRANSFUZNÍHO PŘÍPRAVKU NEPODANÉ TRANSFUZNÍ PŘÍPRAVKY - VRATKA (dle vyhlášky č. 143/2008 Sb.)

Vracíme ke znehodnocení **nepodaný** transfuzní přípravek (EBR, ERD, P, TB, TA, TAD, G)

číslo:

krevní skupiny:, který byl vyzvednut z Oddělení krevní banky dne:

pro pacienta: r.č.

a nebyl podán z důvodu:

.....
podpis lékaře kliniky/oddělení

.....
podpis pracovníka expedice KB